



**M** 2014



# **DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO ESCO APLICADO A UM HOTEL**

**ARTUR FILIPE BAPTISTA SILVA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO APRESENTADA  
À FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO EM  
MIEQ – MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA QUÍMICA



**Mestrado Integrado em Engenharia Química**

***Desenvolvimento de um Modelo ESCO Aplicado a um Hotel***

**Tese de Mestrado**

de

**Artur Filipe Baptista Silva**

**Desenvolvida no âmbito da unidade curricular de Dissertação**

realizada em

**dst solar, s.a**



**Orientador na FEUP: Prof. Fernando Martins**

**Orientador na dst solar, s.a: Eng. Vasco Nogueira**



**Departamento de Engenharia Química**

**Julho de 2014**

---

## Agradecimentos

Antes de mais, gostaria de deixar uma palavra de agradecimento a todas as pessoas que me auxiliaram de uma certa forma ou de outra na realização do presente trabalho e que sem elas, não teria sido possível a sua concretização. Assim, aproveito para agradecer de uma forma mais especial:

- Ao engenheiro Vasco Nogueira, pela total disponibilidade e todo o conhecimento transmitidos ao longo do meu estágio na dst solar, s.a, principalmente na área da certificação e eficiência energética.
  - Ao professor Fernando Martins, pela orientação e compreensão ao longo da realização desta dissertação.
  - À empresa Galp Energia, pela oportunidade de trabalhar num projeto da dimensão do projeto Galp 202020.
  - Aos meus pais e restante família por todo o apoio, conselhos e encorajamento durante esta fase terminal da minha vida académica.
  - Aos restantes engenheiros, colaboradores e administração da empresa dst solar, s.a, pela boa disposição, paciência e ótimo ambiente de trabalho que me proporcionaram ao longo do meu estágio.
  - A todos os meus amigos que me acompanharam e auxiliaram durante todo o curso, nas aulas e épocas de exames.
-

## Resumo

O presente trabalho, realizado no âmbito de dissertação de final de curso do Mestrado Integrado em Engenharia Química, teve como principal objetivo o desenvolvimento de um modelo ESCO aplicado a um hotel. O desenvolvimento do modelo em causa surge como apresentação de uma candidatura, por parte da empresa dst solar, s.a, ao Fundo de Apoio à Inovação. Mais concretamente, trata-se da formulação de uma candidatura à atribuição de incentivos financeiros sob a forma de subsídio reembolsável a projetos de Demonstração de Contratos de Gestão de Eficiência Energética em edifícios de tipologia de escritórios, unidades privadas de saúde com internamento ou recobro ou serviços hoteleiros. Neste caso em particular, a proposta apresentada pela dst solar, relaciona-se com o hotel Pestana *Viking Beach & Spa Resort*, localizado na freguesia de Porches, em Lagoa.

Para isso, realizou-se numa primeira fase, uma curta visita às instalações de modo a conhecer, de uma forma geral, o funcionamento do edifício e resultando na apresentação de uma proposta com as medidas de eficiência energética a efetuar. Posteriormente, numa segunda fase do concurso, realizou-se uma auditoria mais detalhada ao edifício em questão, com estudo dos consumos energéticos, resultando na apresentação de uma proposta final com ajustes relativos à proposta anterior. Assim, as medidas de eficiência energética consideradas na proposta preveem a substituição do *Chiller*, caldeiras a gásóleo e iluminação pouco eficiente atualmente existentes, por um novo *Chiller* Bomba de Calor, uma Bomba de Calor de alta temperatura, luminárias LED mais eficientes, redutores de caudal para os chuveiros e torneiras e a implementação de uma cobertura para piscina interior.

Desta forma, recorrendo às taxas de ocupação para o ano de referência de 2013, a implementação dos equipamentos anteriormente mencionados resultam, por um lado, numa poupança anual de 26 253 kWh<sub>e</sub> de energia elétrica, equivalentes a 2 340 € anuais, enquanto que a redução de consumo de energia térmica é de aproximadamente 1 061 528 kWh<sub>t</sub>, provenientes de uma poupança no consumo de gásóleo de 103 393 €. Em suma, a poupança total anual prevista para o hotel Pestana *Viking Beach & Spa Resort* é de 105 733 €, o que prevendo um investimento na ordem dos 230 000 €, resultará num retorno do investimento ao fim de pouco mais de 2 anos. Por fim, para se conhecer as poupanças reais resultantes das medidas implementadas, recorrer-se-á a um Plano de Medição e Verificação válido durante os anos de duração do contrato de desempenho energético.

### Palavras-Chave:

Energia, Modelo ESCO, Eficiência Energética, Auditoria Energética, Plano de M&V.

---

## Abstract

This present work, done under the final course's dissertation of the Master in Chemical Engineering, aimed at the development of a hotel applied Energy Service Company model. The development of said model arises as a submission by dst solar, s.a, to the Fundo de Apoio à Inovação, more specifically for the submission of an application for the allocation of financial incentives, in the form of repayable grants, to projects of Demonstration of Energetic Efficiency Management Contracts in offices, private health care facilities or hotel accommodations. In this particular case, the submission presented by dst solar refers to the Pestana Viking Beach & Spa Resort, located in Porches, Lagoa.

In order to do so, a short visit to the resort's facilities was made, to acquire knowledge about its functioning, resulting in the presentation of a proposal with the energetic efficiency measures advised. Furthermore, in a second phase of the contest, a more detailed audit was done, completed with energy consumption studies, resulting in the presentation of a final proposal, with adjustments in comparison with the first proposal. Thus, the energetic efficiency measures presented foresee the replacement of the Chiller, diesel boilers, and the current inefficient lighting, with a new Chiller Heat Pump, a high temperature Heat Pump, a more efficient LED lighting, flow reducers for showers and taps and the implementation of an indoor swimming pool cover.

By doing so, and using occupation rates of 2013 as a reference, the implementation of the equipments mentioned above will result in, on one hand, saving 26 253 kWh<sub>e</sub> of electric energy per year, the equivalent to 2 340 € per year, and, on the other hand, the reduction of thermal energy in approximately 1 061 528 kWh<sub>e</sub>, by lowering the diesel consumption in 103 393 €. In the end, the total annual savings foreseen for Pestana Viking Beach & Spa Resort will be of 105 733 €, that with a prediction of an initial investment of 230 000 €, will guarantee the return of the investment in about two years. Finally, to know the real savings resulting from the implementation of the proposed measures, a Measurement and Verification Plan will be put into practice for the entire duration of the energetic performance contract.

### Key-Words:

Energy, ESCO Model, Energy Efficiency, Energy Audit, M&V Plan.

---



## Declaração

Declara, sob compromisso de honra, que este trabalho é original e que todas as contribuições não originais foram devidamente referenciadas com identificação da fonte.

*FEUP, Porto, 4 de julho de 2014*

*Artur Filipe Baptista Silva*

---

(Artur Filipe Baptista Silva)

# Índice

<b>1</b>	<b>Introdução.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>Enquadramento .....</b>	<b>1</b>
1.1.1	Modelo ESCO .....	1
1.1.2	Política Energética Nacional .....	3
1.1.2.1	Objetivos.....	3
1.1.2.2	Planos e Programas .....	4
1.1.2.3	Financiamento .....	5
<b>1.2</b>	<b>Apresentação da dst solar, s.a.....</b>	<b>6</b>
<b>1.3</b>	<b>Contributos do Trabalho.....</b>	<b>7</b>
<b>1.4</b>	<b>Estrutura e Organização da Tese .....</b>	<b>8</b>
<b>1.5</b>	<b>Estado de Arte .....</b>	<b>8</b>
1.5.1	Origem e Evolução do Modelo ESCO .....	9
1.5.2	Contrato de Desempenho Energético.....	9
<b>2</b>	<b>Descrição do Problema .....</b>	<b>11</b>
<b>2.1</b>	<b>Concurso.....</b>	<b>11</b>
<b>2.2</b>	<b>Edifício Selecionado .....</b>	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>Resolução do Problema .....</b>	<b>14</b>
<b>3.1</b>	<b>Estudo e Análise de Consumos Energéticos .....</b>	<b>14</b>
<b>3.2</b>	<b>Realização de Trabalho de Campo .....</b>	<b>19</b>
3.2.1	Sistemas de Climatização.....	20
3.2.2	Produção de Água Quente Sanitária .....	22
3.2.3	Iluminação.....	22
3.2.4	Equipamentos Elétricos .....	24
3.2.5	Medições Energéticas Efetuadas.....	24
<b>3.3</b>	<b>Apresentação de Medidas de Eficiência Energética .....</b>	<b>25</b>
3.3.1	Chiller Bomba de Calor .....	25
3.3.2	Água Quente Sanitária .....	26
3.3.3	Bombas Circuladoras .....	27



---

3.3.4	Iluminação.....	27
3.3.5	Cobertura da Piscina Interior .....	28
<b>3.4</b>	<b>Cálculo de Poupanças .....</b>	<b>28</b>
3.4.1	Água Quente Sanitária .....	29
3.4.2	<i>Chiller</i> Bomba de Calor .....	31
3.4.3	Bombas Circuladoras .....	34
3.4.4	Iluminação.....	34
3.4.5	Cobertura da Piscina Interior .....	35
3.4.6	Análise de Investimento .....	36
<b>3.5</b>	<b>Elaboração de um Plano de Medição e Verificação .....</b>	<b>37</b>
3.5.1	Medidas e Opções do IPMVP Seleccionadas .....	37
3.5.2	Condições de Operação do Plano M&V .....	39
3.5.3	Cálculo de Poupanças Ajustadas .....	40
<b>4</b>	<b>Conclusões .....</b>	<b>46</b>
4.1	Objetivos Realizados .....	47
4.2	Outros Trabalhos Realizados.....	47
4.3	Limitações no Trabalho Desenvolvido .....	47
4.4	Apreciação final .....	47
	Referências .....	48
Anexo A	Esquema relativo ao Plano M&V .....	50

# Índice de Tabelas

<i>Tabela 3.1 - Ocupação e consumos relativos a todas as fontes de energia consumidas referentes ao ano de 2013. ....</i>	<i>18</i>
<i>Tabela 3.2 - Distribuição da potência instalada de iluminação por piso e potência total. ....</i>	<i>24</i>
<i>Tabela 3.3 - Consumos elétricos referentes ao mês de março nos anos de 2013 e 2014. ....</i>	<i>25</i>
<i>Tabela 3.4 - Características das bombas circuladoras associadas aos permutadores de calor. ....</i>	<i>27</i>
<i>Tabela 3.5 - Quantidades e potências das luminárias a implementar no hotel. ....</i>	<i>28</i>
<i>Tabela 3.6 - Caudais de água consumidos e quantidade de energia associada. ....</i>	<i>30</i>
<i>Tabela 3.7 - Consumos e poupança anual obtidos antes e depois da implementação da medida (Água Quente Sanitária). ....</i>	<i>30</i>
<i>Tabela 3.8 - Energia necessária para aquecimento do hotel. ....</i>	<i>31</i>
<i>Tabela 3.9 - Consumos e poupança anual obtidos antes e depois da implementação da medida (Chiller Bomba de Calor - Aquecimento). ....</i>	<i>32</i>
<i>Tabela 3.10 - Energia necessária para arrefecimento do hotel. ....</i>	<i>33</i>
<i>Tabela 3.11 - Consumos e poupança anual obtidos antes e depois da implementação da medida (Chiller Bomba de Calor - Arrefecimento). ....</i>	<i>33</i>
<i>Tabela 3.12 - Potência atual, potência a instalar e poupança anual obtida com a implementação da medida. ....</i>	<i>35</i>
<i>Tabela 3.13 - Consumo energético e poupança obtida com a implementação da cobertura na piscina interior. ....</i>	<i>35</i>
<i>Tabela 3.14 - Poupanças anuais de energia elétrica e térmica previstas por medida e respetiva poupança total anual. ....</i>	<i>36</i>
<i>Tabela 3.15 - Consumos reais e ajustados de gasóleo e respetivas energias térmicas. ....</i>	<i>41</i>
<i>Tabela 3.16 - Consumos reais e ajustados de AQS e respetivas energias térmicas. ....</i>	<i>42</i>
<i>Tabela 3.17 - Consumos reais e ajustados de energia elétrica total e para climatização. ....</i>	<i>43</i>
<i>Tabela 3.18 - Energia térmica e elétrica necessárias produzir e produzidas após o ajuste do n.º de horas previstas. ....</i>	<i>44</i>

# Índice de Figuras

<i>Figura 2.1 - Imagem de satélite do hotel. ....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 2.2 - Entrada principal do hotel. ....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 3.1 - Variação mensal do consumo de eletricidade e da taxa de ocupação (2011-2013). ....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 3.2 - Variação mensal do consumo de água e da taxa de ocupação (2011-2013). ....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 3.3 - Variação mensal do consumo de gásóleo e da taxa de ocupação (2011-2013). ....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 3.4 - Variação do consumo de eletricidade com a taxa de ocupação para o ano de 2011. ....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 3.5 - Variação do consumo de eletricidade com a taxa de ocupação para o ano de 2012. ....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 3.6 - Variação do consumo de eletricidade com a taxa de ocupação para o ano de 2013. ....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 3.7 - Variação do consumo de água com a taxa de ocupação para o ano de 2011. ....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 3.8 - Variação do consumo de água com a taxa de ocupação para o ano de 2012. ....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 3.9 - Variação do consumo de água com a taxa de ocupação para o ano de 2013. ....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 3.10 - Chiller existente na central térmica. ....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 3.11 - Caldeiras a gásóleo existentes na central térmica. ....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 3.12 - Grupo de bombagem de aquecimento existente na central térmica. ....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 3.13 - Grupo de bombagem de frio existente na central térmica. ....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 3.14 - Depósito para as AQS existente na central térmica. ....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 3.15 - Lâmpada fluorescente de 36 W de potência. ....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 3.16 - Luminária de halogéneo de 35 W de potência. ....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 3.17 - Luminária LED de 4 W de potência. ....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 3.18 - Equipamentos elétricos existentes na lavandaria. ....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 3.19 - Consumo de gásóleo em função da taxa de ocupação para os meses de junho a outubro. ....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 3.20 - Consumo de energia elétrica em função da taxa de ocupação para os meses de novembro a maio. ....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 3.21 - Ajuste da linha de base relativa ao consumo de energia elétrica. ....</i>	<i>45</i>
<i>Figura A.1 - Distribuição dos analisadores de energia de recolha de dados relativos ao sistema de monitorização a implementar no hotel. ....</i>	<i>50</i>

# Notação e Glossário

## *Lista de Siglas*

ESCO	<i>Energy Service Company</i>
FAI	Fundo de Apoio à Inovação
RESCO	<i>Retail Energy Service Companies</i>
ADENE	Agência para a Energia
PNAEE	Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética
PNAER	Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis
FER	Fontes de Energia Renovável
ECO.AP	Programa de Eficiência Energética para a Administração Pública
FER	Fonte de Energia Renovável
FEE	Fundo de Eficiência Energética
ESE	Empresa de Serviços Energéticos
GPS	<i>Global Positioning System</i>
PT	Posto de Transformação
QGBT	Quadro Geral de Baixa Tensão
UTA	Unidade de Tratamento de Ar
N.C.	Não considerado
AQS	Água Quente Sanitária
CFLI	Lâmpada Fluorescente Compacta
PCI	Poder Calorífico Inferior
COP	Coeficiente de Performance
M&V	Medição e Verificação

# 1 Introdução

O presente trabalho foi realizado no âmbito da utilização de tecnologias e soluções de eficiência energética, aplicadas a um edifício, sendo a modalidade de *Energy Service Company* (doravante ESCO) o modelo de negócio utilizado. Este projeto surgiu como resposta a um concurso para um incentivo financeiro proveniente do Fundo de Apoio à Inovação (doravante FAI). Desta forma, foi efetuada uma auditoria completa ao edifício também a concurso, com a finalidade de sugerir as soluções de eficiência energética mais adequadas para o caso em estudo, juntamente com as poupanças energéticas associadas e complementadas por um plano de medição e verificação.

## 1.1 Enquadramento

### 1.1.1 Modelo ESCO

A modalidade ESCO define-se como sendo uma atividade de negócio, elaborado por empresas principalmente da área das energias renováveis e eficiência energética, que fornecem soluções na área da engenharia, para melhoria de eficiência energética de indústrias ou edifícios. Este modelo de negócio envolve o processo de elaboração destas modificações, isto é, desde a fase de projeto propriamente dito, até à implementação e início de funcionamento destas alterações. O conjunto de soluções apresentadas poderá ser muito vasto, incluindo reduções de consumo na fatura energética, alterações na conservação da energia produzida e/ou utilizada, implementação de infraestruturas para produção de energia, alterações no método de fornecimento de energia, entre outros. O processo de intervenção efetuado pelas empresas, utilizando o modelo ESCO, inicia-se numa primeira fase, com uma análise das condições gerais da instalação a intervencionar, seguido da elaboração do projeto com as soluções de eficiência energética eleitas. Posteriormente, a empresa é também responsável pela construção das infraestruturas e instalação dos elementos anteriormente projetados, terminando as suas obrigações com o término do contrato de desempenho acordado entre as duas entidades, durante o qual a ESCO é a responsável pelo funcionamento adequado e manutenção dos elementos introduzidos no sistema. A particularidade deste modelo de negócio encontra-se no facto de o investimento global ficar a cargo da empresa prestadora dos serviços de energia, recuperando o investimento efetuado e obtendo lucro numa percentagem das poupanças ou mais-valias geradas, de acordo com o definido no contrato de desempenho.

Atualmente, devido ao crescimento do conceito e de mercado envolvendo este tipo de negócio, a definição ESCO evoluiu e dividiu-se em três submodelos de negócios:

- ESCO tradicionais;
- *Retail Energy Service Companies* (RESCO);
- Empresas com operações ESCO similares;

As ESCO tradicionais são as que se enquadram mais na descrição anteriormente efetuada, uma vez que são empresas responsáveis por todas as fases do projeto de eficiência energética, desde a visita às instalações onde se pretende efetuar as modificações, de modo a detetar as oportunidades de racionalização de consumo até à construção de infraestruturas e implementação da instrumentação previamente projetada.

Um outro tipo de empresas existentes neste ramo de negócio são as RESCO, que se encontram mais vocacionadas e direcionadas para o mercado da produção de energia local e independente por micro e miniprodução, abastecendo de forma parcial as necessidades de consumo de energia do cliente. Estas empresas encontram-se geralmente acopladas a outras empresas por diversas razões, como por exemplo, devido ao facto de estas segundas cumprirem os requisitos legais de licenciamento como produtores de energia, ou por disponibilizarem o espaço e condições necessárias para a instalação dos equipamentos de produção de energia. Por outro lado, é da responsabilidade das RESCO se encarregar do financiamento e encargos do projeto e também da instalação dos equipamentos necessários para a produção de energia. No final do contrato estipulado previamente, os lucros gerados pela venda de energia elétrica e outros subprodutos serão divididos obrigatoriamente, com percentagens anteriormente estipuladas, com a empresa acoplada. Atualmente, as RESCO apresentam outras alternativas à venda de energia à rede elétrica ou ao cliente indiretamente, como a venda de subprodutos, recorrendo por exemplo à cogeração, onde se recorre à queima de gás natural para venda de vapor a clientes que o utilizem no seu processo produtivo.

Por fim, as empresas designadas como empresas com operações ESCO similares são empresas que recorrem à recuperação industrial, fornecendo soluções de eficiência energética, normalmente encarregando-se apenas da produção de equipamentos de controlo e racionalização de consumo de energia que vendem os seus produtos garantindo uma dada poupança prevista. A diferença entre este tipo de contrato e os contratos de desempenho utilizados pelas ESCO tradicionais, encontra-se na simplicidade dos mesmos e no facto já referido de o risco do investimento poder ser repartido entre o cliente e o instalador, sendo em maior percentagem para o primeiro. Em contrapartida, a empresa instaladora vê-se obrigada a respeitar um contrato por objetivos, onde existem bonificações e penalizações tendo em conta se o desempenho acordado foi atingido ou não, respetivamente. Este tipo de

empresas são as únicas que conseguem ser independentes financeiramente, ao contrário das ESCO tradicionais e as RESCO que se encontram, de uma maneira geral, aliadas a grandes grupos que apoiam os investimentos necessários à realização dos projetos <sup>[1, 2]</sup>.

### **1.1.2 Política Energética Nacional**

A sustentabilidade energética tem surgido atualmente como um dos maiores desafios a nível mundial. Desta forma, torna-se fundamental a adoção, por parte de toda a população, de comportamentos energéticos alternativos, a implementação de novos métodos de gestão de energia bem como o desenvolvimento de novas tecnologias nesta área.

É no ponto da mobilização que surge, a nível nacional, a Agência para a Energia (doravante ADENE), criada em 1984 e anteriormente designada por Centro para a Conservação de Energia, promovendo e realizando ações de interesse público na área da energia, agregando todas as entidades competentes deste mesmo setor. Desta forma, a ADENE assume-se como agente mobilizador para a sustentabilidade energética nacional, constituindo-se como um parceiro privilegiado para ajudar as empresas e consumidores a traçarem um caminho mais sustentável, para garantir a sua autonomia energética <sup>[3,4]</sup>.

#### **1.1.2.1 Objetivos**

A política energética nacional, com o intuito de reduzir o consumo de energia, baseia-se em dois pilares fundamentais, nomeadamente, a sustentabilidade e a racionalidade económica, preconizando para isso medidas de eficiência energética, a utilização de energia proveniente de fontes endógenas renováveis e a necessidade de reduzir custos. Desta forma, a política adotada possui os seguintes objetivos:

- Reduzir significativamente as emissões de gases com efeito de estufa;
- Reforçar a diversificação das fontes de energia primária, contribuindo para aumentar estruturalmente a segurança de abastecimento do país;
- Aumentar a eficiência energética da economia, com mais preocupação no setor Estado, contribuindo para a redução da despesa pública e o uso eficiente dos recursos;
- Contribuir para o aumento da competitividade da economia nacional, através da redução dos consumos e custos associados ao funcionamento das empresas e à gestão da economia doméstica, libertando, assim, recursos capazes de dinamizar a procura a nível interno e novos investimentos <sup>[5]</sup>.

### 1.1.2.2 Planos e Programas

De modo a atingir os objetivos anteriormente propostos, foram desenvolvidos programas e planos que vão permitir dinamizar medidas a todos os níveis. O Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética, Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis e Programa de Eficiência Energética para a Administração Pública são os planos propostos pelo governo e encontram-se descritos a seguir de uma forma resumida <sup>[6]</sup>.

- Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética (PNAEE)

No que diz respeito à eficiência energética, o PNAEE 2016 - Estratégia para a Eficiência Energética, prevê uma poupança induzida a rondar os 8,2%, meta que se verifica próxima da indicativa definida pela União Europeia de 9% de poupança até 2016. A redução de consumos distribui-se por vários setores, entre os quais, transportes, residencial e serviços, indústria, Estado e comportamentos e agricultura. Foram criados um total de dez programas, orientados para a procura energética, de maneira a atingir os objetivos propostos <sup>[7]</sup>.

- Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis (PNAER)

No que diz respeito às energias renováveis, o PNAER 2020 - Estratégia para as Energias Renováveis, prevê uma redução de 18% na capacidade em tecnologias baseadas em fontes de energia renovável (FER) face ao valor definido no PNAER 2010. No entanto, a quota de eletricidade de base renovável será de 60%, ou seja, valor ligeiramente superior quando comparando com os 55% referentes ao ano de 2010, tal como a meta global a alcançar que se situa neste momento nos 35%, quando anteriormente era de 31%. Assim, prevê-se a instalação de FER em três grandes setores: aquecimento e arrefecimento, eletricidade e transportes. Devido a este acompanhamento e caso as metas sejam cumpridas, permite perspetivar antecipadamente, o cumprimento das novas metas assumidas pela União Europeia para 2020, de redução de 20% dos consumos de energia primária, bem como o objetivo geral de redução no consumo de energia primária de 25% e o objetivo específico para a Administração Pública de redução de 30%, sendo expectável que se verifique uma evolução favorável da meta de utilização de FER <sup>[8]</sup>.

- Programa de Eficiência Energética para a Administração Pública (ECO.AP)

Este programa diz respeito aos organismos e serviços da Administração Pública, e visa a obtenção de um nível de eficiência energética na ordem dos 30% até 2020, sem com isto aumentar a despesa pública e ainda permitindo estimular a economia no setor das ESCO,



através da criação do quadro legal destas empresas e da contratação pública de gestão de serviços energéticos, contribuindo para a concretização dos objetivos estabelecidos no Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC). Prevê-se que o programa ECO.AP possibilitará ao Estado a redução da fatura energética nos organismos e serviços, uma redução da emissão de gases com efeitos de estufa, assim como potenciar a criação de um mercado de serviços de energia, promovendo a alteração de hábitos e comportamentos. Para atingir este fim, foi criado e colocado em funcionamento o Barómetro de Eficiência Energética que se destina a comparar e divulgar o desempenho energético da Administração Pública, recorrendo a um mecanismo de avaliação e classificação de entidades, promovendo desta forma a competição entre entidades públicas <sup>[9]</sup>.

### 1.1.2.3 Financiamento

De maneira a que as empresas e todos os cidadãos possam dar o seu contributo nesta matéria, envolvendo-se de forma ativa na Estratégia de Energia que se pretende implementar, foram criados dois meios de suporte financeiros necessários: o Fundo de Eficiência Energética (FEE) e o Fundo de Apoio à Inovação.

- Fundo de Eficiência Energética

O FEE, criado através do Decreto-Lei nº 50/2010, de 20 de maio, surgiu como um instrumento financeiro de apoio com o objetivo de financiar, preferencialmente, os programas e medidas existentes no PNAEE, mas também, incentivar e apoiar à eficiência energética, por parte dos cidadãos e das empresas, e, por fim, promover a alteração de comportamentos nessa matéria por parte de todos.

Através do FEE e mediante a abertura de concursos públicos específicos regulares, pretende-se apoiar projetos em várias áreas, como por exemplo, a área dos transportes, residencial e de serviços, indústria e também serviços públicos.

A regulamentação imposta pelo FEE destina-se a coordenar os processos de financiamento e apoio a projetos que visem a implementação de programas e medidas e que conduzam à redução da procura de energia final de uma forma energeticamente eficiente e otimizada. Desta forma, ocorre regularmente o lançamento de um conjunto de avisos com o procedimento para as candidaturas, apoiando o desenvolvimento de iniciativas e projetos que, a nível nacional, promovam e incentivem à eficiência energética <sup>[10]</sup>.

- Fundo de Apoio à Inovação (Energias Renováveis)

Por sua vez, o FAI, criado no mês de Dezembro do ano de 2008, pelo Ministério da Economia e da Inovação e instituído junto da ADENE, tem como objetivos o apoio a projetos relacionados com a inovação e desenvolvimento tecnológico e projetos de demonstração tecnológica nas áreas das energias renováveis e da eficiência energética, bem como projetos de investimento em eficiência energética, incentivando a parcerias entre empresas portuguesas e o sistema científico e tecnológico nacional. Alguns exemplos de projetos suscetíveis deste tipo de apoio encontram-se apresentados em seguida:

- Projetos de investigação e desenvolvimento tecnológico que demonstrem ser de carácter inovador, envolvendo empresas e instituições do sistema científico e tecnológico nacional, individualmente ou em consórcio;
- Projetos em regime de demonstração tecnológica de conceito, envolvendo empresas e entidades do sistema científico e tecnológico nacional, individualmente ou em consórcio, proprietárias de patentes e projetos em regime pré-comercial;
- Projetos de investimento que se foquem no aumento da eficiência energética;
- Estudos técnicos ou científicos que suportem de forma efetiva o conhecimento das entidades públicas e privadas na área da eficiência energética ou das energias renováveis;
- Projetos de sensibilização comportamental desde que comprovadamente mensuráveis por metodologia idónea <sup>[11]</sup>.

## **1.2 Apresentação da dst solar, s.a**

O trabalho apresentado foi desenvolvido na empresa dst solar, s.a, que possui como principal área de atividade, como o próprio nome sugere, a realização de projetos que utilizem a energia solar como principal fonte de energia, isto é, projetos que utilizem a tecnologia solar fotovoltaica.

A dst solar, s.a foi criada no ano de 2009, como sendo uma empresa do grupo da empresa de construção, dst, s.a e com o objetivo de explorar o crescimento exponencial do mercado das energias renováveis em Portugal, principalmente no âmbito do solar fotovoltaico, fruto dos incentivos criados pelo governo da época.

Os serviços disponibilizados pela empresa, no âmbito do solar fotovoltaico são:

- Instalação de sistemas fotovoltaicos em regime “chave na mão”;
- Instalação de sistemas de microgeração de acordo com o DL 118<sup>a</sup>/2010;

- Sistemas ligados à rede, com possibilidade de venda à rede elétrica;
- Sistemas isolados para eletrificação de locais onde a rede elétrica não se encontra disponível;
- Propostas técnicas e económicas;
- Instrução de processos de licenciamento;
- Promoção de parques fotovoltaicos.

A dst solar, s.a com a cooperação da empresa do grupo Global Sun dispõe de uma unidade de produção de painéis solares fotovoltaicos e de uma unidade de I&D, com o objetivo de desenvolver novos produtos e tecnologias de fabrico, com recurso a nanotecnologias e nanomateriais com aplicação no setor da energia fotovoltaica.

Com o passar dos anos e devido a um aumento da procura de outros mercados alternativos ao fotovoltaico, levou a dst solar, s.a a reforçar a atividade noutras áreas de intervenção, que apesar de existentes desde a criação da empresa, não se encontravam tão desenvolvidas. Desta forma, atualmente, a empresa fornece também serviços nas seguintes áreas:

- Sistemas solares térmicos;
- Caldeiras a biomassa;
- Auditorias energéticas a indústria e edifícios.

O escritório da dst solar, s.a encontra-se na freguesia de Palmeira, em Braga, no mesmo parque empresarial da maioria das restantes empresas do grupo dst, s.a.

### **1.3 Contributos do Trabalho**

Os poucos anos de existência de modalidade ESCO como metodologia de negócio aliados a uma definição e aplicação pouco clara e por vezes incoerente deste mesmo conceito, faz com que à partida, grande parte dos trabalhos que sejam elaborados dentro desta área tenha a capacidade de se tornar inovador e pioneiro. Contudo, e apesar da pouca experiência claramente assumida nesta área de negócio, o modelo ESCO surge cada vez mais como uma das primeiras escolhas devido à conjuntura atual a nível mundial e que desta forma, um possível investimento em qualquer área de negócio ficará salvaguardado com a utilização deste modelo.

Em Portugal, as empresas especializadas apenas na utilização desta modalidade são praticamente inexistentes, começando a surgir, atualmente, empresas que elaboram contratos de eficiência energética utilizando este padrão de negócio. Desta forma, e apesar

de a empresa dst solar, s.a não possuir apenas esta área de negócio e não ser a sua prioridade, tem sido uma grande aposta nos últimos anos. Assim, o projeto abordado nesta dissertação trará mais conhecimento e experiência na área da eficiência energética para a própria empresa e poderá ser considerado como uma força motriz de lançamento para a utilização mais frequente desta modalidade de negócio. O facto do edifício sobre o qual irá ser aplicado o modelo ESCO ser um hotel pertencente a uma grande cadeia de hotéis surge também como um incentivo, uma vez que o sucesso deste projeto poderá levar à negociação de futuros projetos noutros hotéis da mesma cadeia.

## **1.4 Estrutura e Organização da Tese**

O Capítulo 1 - Introdução - apresenta o enquadramento ao tema-chave deste projeto, o modelo ESCO, dando a conhecer o conceito e os vários tipos de negócio existentes nesta área. Aborda-se também um pouco da organização da área da energia em Portugal, bem como dos objetivos, planos e programas e financiamento existente para o cumprimento da Política Energética Nacional. Apresenta-se a empresa dst solar, s.a e dos contributos do trabalho para a mesma, terminando com um estado de arte relativo ao modelo ESCO.

O Capítulo 2 - Descrição do Problema - apresenta o projeto em concurso, assim como o edifício sobre o qual se desenvolve o modelo ESCO neste caso particular.

O Capítulo 3 - Resolução do Problema - apresenta de uma forma detalhada os objetivos definidos para a concretização do projeto. Estes objetivos incluem um estudo dos consumos energéticos do hotel, as observações efetuadas durante o trabalho de campo e apresentação das medidas de eficiência energética a implementar, culminando em seguida com o cálculo das poupanças e com a elaboração de um plano de medição e verificação.

O Capítulo 4 - Conclusões - apresenta as principais conclusões do trabalho. Apresenta o grau de realização dos objetivos propostos e outros trabalhos realizados durante o estágio em ambiente empresarial. Sugere as limitações identificadas durante a realização do trabalho e apresenta, por fim, uma apreciação final do trabalho desenvolvido.

## **1.5 Estado de Arte**

Para que seja possível uma melhor compreensão da situação atual relativa aos modelos de negócio utilizando a modalidade ESCO, apresenta-se nesta secção um breve relato do historial do próprio modelo, desde a sua criação até aos dias de hoje.

### 1.5.1 Origem e Evolução do Modelo ESCO

A origem do conceito de *Energy Service Company* não é totalmente claro, uma vez que a definição e aplicação do mesmo têm sofrido alterações ao longo dos seus poucos anos de existência. Sabe-se no entanto, que o conceito ESCO surgiu como modelo de negócio no final da década de 1970, em plena crise mundial do petróleo. Uma das primeiras empresas a aplicar este conceito, até mesmo antes de ter sido oficializado como tal, foi a *Time Energy*, empresa sediada nos Estados Unidos, onde comercializou um aparelho automático de temporização para regulação de sistemas consumidores de eletricidade, principalmente para regulação de sistemas de iluminação. A descrença e desconfiança dos consumidores face às poupanças prometidas e retorno de investimento surgiram como obstáculo na comercialização deste sistema. Desta forma e de maneira a contornar tal situação, a *Time Energy* decidiu instalar os aparelhos livre de custos aos seus supostos utilizadores, pedindo apenas uma percentagem das poupanças conseguidas pelo regulador. Esta experiência de recurso e outras semelhantes permitiram a introdução, quase por acidente, deste conceito no mercado por uma simples razão: a *Time Energy*, com este método de negócio, obteve lucros superiores do que conseguiria caso tivesse conseguido e optado apenas pela venda direta dos aparelhos.

Nos anos que se seguiram, as oportunidades de negócio utilizando esta modalidade foram oscilando bastante, tendo sempre como base a variação do preço do petróleo e da energia elétrica.

Atualmente, e devido à constante subida destes preços, os projetos requeridos às ESCO, utilizando esta modalidade, têm-se multiplicado de uma forma mais sustentada, consolidando assim o mercado na área da eficiência energética <sup>[12]</sup>.

### 1.5.2 Contrato de Desempenho Energético

Desde o aparecimento das ESCO tradicionais e até ao momento, uma das grandes dificuldades desta área de negócio é a definição e cumprimento do contrato de desempenho estipulado no início do processo. Caso seja um sistema de carga e consumo fixo, como por exemplo, um circuito de iluminação, não existe grande dificuldade na verificação das poupanças obtidas após a alteração. Por outro lado, para sistemas de força motriz com cargas variáveis e ciclos dependentes da produção, torna-se mais difícil obter um valor exato para as poupanças obtidas.

Posto isto, é explícito que cada contrato de desempenho tem de ser adaptado ao caso em que é aplicado, podendo ser um processo que apresenta alguma complexidade. Caso se aplique um contrato menos claro e protegido no que diz respeito a sistemas variáveis de força motriz, poderá resultar num litígio por incumprimento do mesmo, por vezes de ambas as

partes. Neste caso, a parte mais fraca será sempre a empresa prestadora do serviço, uma vez que a sua remuneração está dependente da obtenção de poupança e consequente cumprimento do contrato. Por outro lado, caso a ESCO apresente um contrato demasiado complexo, dependendo de parâmetros bastante aprofundados, o cliente poderá receber o contrato com alguma resistência, atrasando consequentemente a avaliação da proposta, o que poderá levar à desistência de uma das partes por falta de decisão em tempo útil ou custo de oportunidade <sup>[13]</sup>.

## 2 Descrição do Problema

O desenvolvimento do modelo ESCO pretendido como proposta de tema para a dissertação surge como apresentação de uma candidatura, por parte da empresa dst solar, s.a, à atribuição de incentivos financeiros sob a forma de subsídio reembolsável a projetos de Demonstração de Contratos de Gestão de Eficiência Energética em edifícios provenientes do Fundo de Apoio à Inovação.

### 2.1 Concurso

Este concurso foi lançado com vários objetivos em mente, sendo o principal a necessidade de reduzir o consumo de energia em 25% até 2020 em Portugal, de acordo com o Programa do XIX Governo. Para que esta meta seja atingida, potenciar a utilização de instrumentos de mercado para dinamizar o aumento da eficiência é visto como essencial, de entre os quais se destacam os contratos de gestão de eficiência energética devido aos resultados bastante positivos no desenvolvimento deste tipo de mercado a nível internacional. Contudo, o atual contexto macroeconómico desfavorável, marcado principalmente por restrições elevadas de financiamento, tem apresentado resistência à implementação deste modelo ao nível nacional. A criação deste incentivo visa demonstrar o funcionamento de contratos de gestão de eficiência energética em edifícios privados, com potencial significativo de poupança e replicáveis ao setor público.

O concurso encontrou-se dividido em duas fases distintas. Na primeira ocorreu a seleção dos edifícios, um para cada tipologia, que serão objeto de um contrato de prestação de serviços de gestão de eficiência energética. Nesta fase, os edifícios tiveram de apresentar como requisito uma das seguintes três tipologias: escritórios, unidades privadas de saúde com internamento ou recobro ou serviços hoteleiros. Tiveram de apresentar também um consumo total de energia equivalente entre 2 GWh e os 12 GWh/ano e dispor também de uma auditoria energética que defina o potencial de poupança energética.

Por sua vez, na segunda fase ocorreu a seleção das próprias empresas de serviços energéticos (doravante ESE), designação portuguesa para o termo inglês de *Energy Service Company*, que iriam efetuar as devidas alterações ao edifício e apresentar o contrato de gestão de eficiência energética, necessitando apenas que se encontrassem qualificadas segundo o Sistema de Qualificação de Empresas de Serviços Energéticos. Por seu lado, esta segunda fase encontrou-se também ela dividida em duas etapas distintas, onde na primeira, as ESE elegíveis apresentaram uma primeira proposta de medidas de eficiência energética a aplicar, baseada

numa curta visita às instalações, de modo a conhecer e perceber, de uma forma geral, o funcionamento do edifício em questão. Por outro lado, as duas ESE que apresentaram as melhores pontuações para cada tipologia, recorrendo à utilização de uma fórmula de cálculo apresentada pelo FAI, encontravam-se apuradas para a segunda fase e estavam convidadas a realizar uma auditoria mais detalhada e aprofundada ao edifício. Com o intuito de facilitar o processo de avaliação energética, as ESE contaram também com o recurso a faturas de consumos energéticos de modo a ajustar e validar as medidas de eficiência energética apresentadas na primeira fase e, desta forma, apresentar uma proposta final juntamente com um Plano de Medição e Verificação, tendo esta proposta de apresentar uma pontuação igual ou superior à da primeira fase. Esta pontuação teve em consideração a poupança total em relação ao ano de referência, uma percentagem mínima de poupança garantida para a empresa adjudicante, a aplicar sobre as economias contratualizadas e outra sobre as não contratualizadas e a duração do contrato acordado.

## 2.2 Edifício Selecionado

O edifício sobre o qual a empresa dst solar, s.a realizou a auditoria detalhada e apresentou a proposta final, uma vez que obteve a segunda melhor pontuação na segunda fase e primeira etapa do concurso para a tipologia em questão, foi o hotel Pestana *Viking Beach & Spa Resort*, apurado, por sua vez, na primeira fase do mesmo. Este hotel com categoria de 4 estrelas encontra-se situado na localidade da Praia da Senhora da Rocha, na freguesia de Porches, e concelho de Lagoa, apresentando as seguintes coordenadas de *Global Positioning System* (GPS): 37° 5'52.52"N, 8° 23'3.17"W.



Figura 2.1 - Imagem de satélite do hotel.



O hotel possui 7 pisos, uma área de pavimento útil de 14 429 m<sup>2</sup> e um pé-direito médio de 2,94 m. A entrada está orientada a Oeste e a fachada principal encontra-se orientada a Sul. O hotel possui 172 quartos com instalações sanitárias privadas, escritórios, salas de conferências, cozinha, restaurante, bar, piscina interior, exterior e SPA, *kids club*, ginásio, rouparia e economato, zonas comuns entre outros serviços/divisões.



*Figura 2.2 - Entrada principal do hotel.*

### 3 Resolução do Problema

Na elaboração do projeto em estudo é fundamental uma boa estruturação e divisão de todas as tarefas para que seja possível o cumprimento dos objetivos e principalmente, dentro dos prazos estipulados. Desta forma, no início da Segunda Etapa, da Segunda Fase do concurso apresentado na Secção 2.1, definiu-se os seguintes objetivos:

- Estudo e Análise de Consumos Energéticos;
- Realização de Trabalho de Campo;
- Apresentação de Medidas de Eficiência Energética;
- Cálculo das Poupanças;
- Elaboração de um Plano de Medição e Verificação <sup>[14, 15]</sup>.

#### 3.1 Estudo e Análise de Consumos Energéticos

De acordo com o previsto no regulamento do concurso anteriormente apresentado no Secção 2.1, os edifícios vencedores, deveriam facultar às empresas ESE vencedoras, as faturas de energia referentes aos últimos três anos civis. Os valores mensais do consumo de eletricidade, água e gasóleo para estes anos bem como a variação mensal da taxa de ocupação encontram-se nas Figuras 3.1, 3.2 e 3.3, respetivamente.

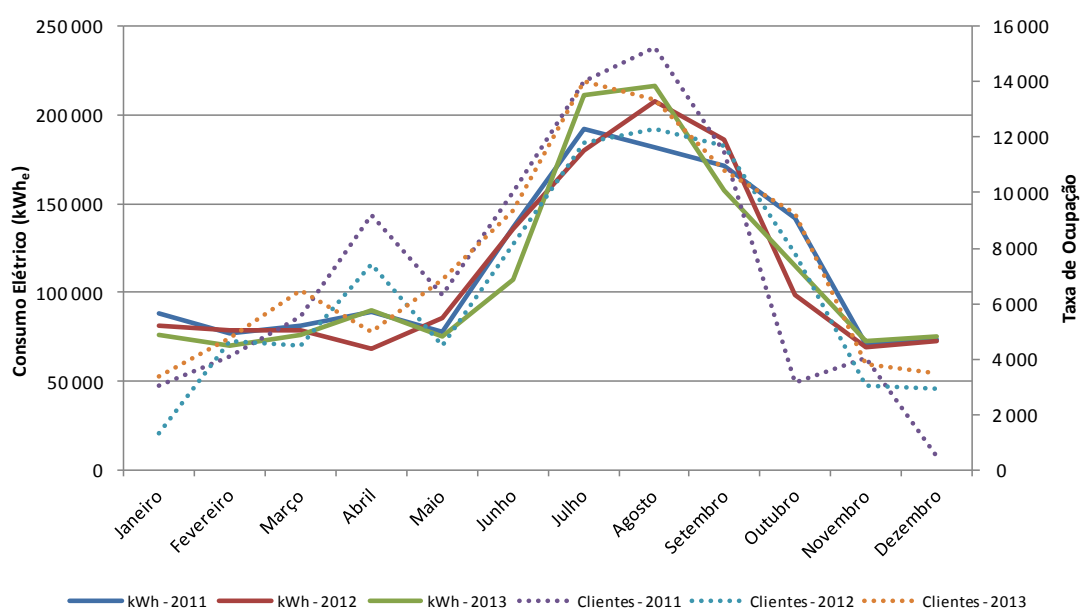


Figura 3.1 - Variação mensal do consumo de eletricidade e da taxa de ocupação (2011-2013).

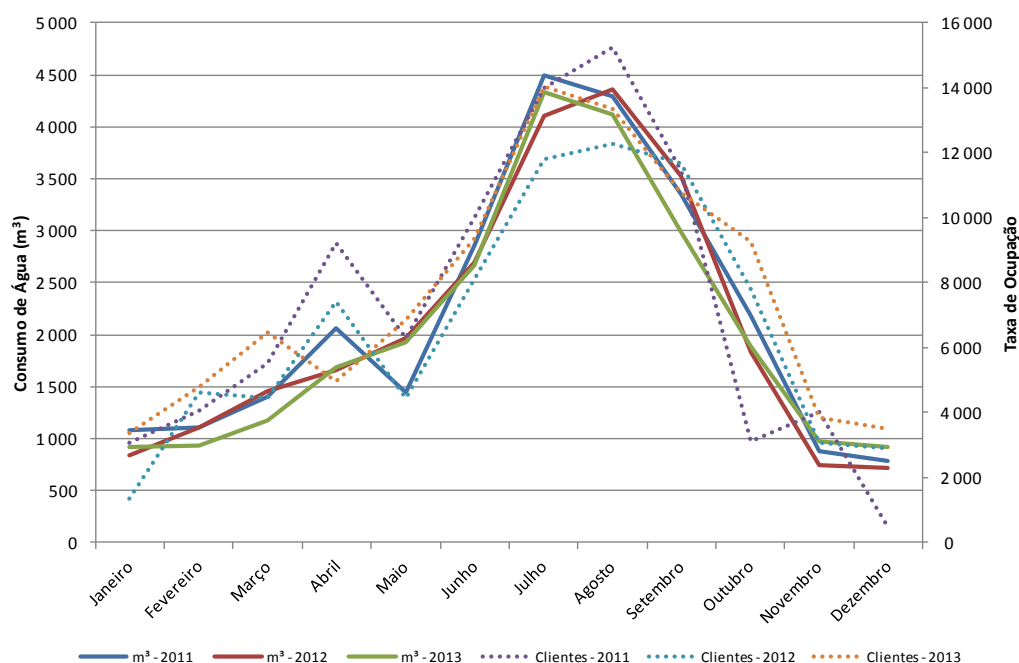


Figura 3.2 - Variação mensal do consumo de água e da taxa de ocupação (2011-2013).

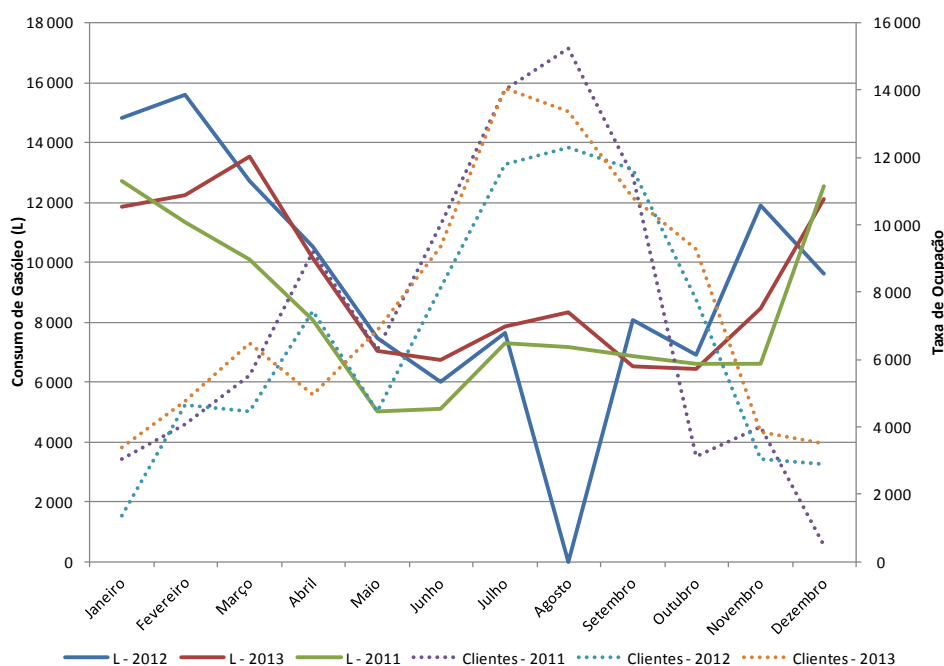


Figura 3.3 - Variação mensal do consumo de gasóleo e da taxa de ocupação (2011-2013).

Após o tratamento da informação fornecida e respetiva análise das Figuras 3.1-3.3, verificaram-se incoerências na variação dos valores de consumo dos tipos de energia quando relacionados com o número de hóspedes do hotel, principalmente nos anos de 2011 e 2012. Tal facto pode ser comprovado com recurso às representações gráficas que ilustram apenas a

variação do consumo de eletricidade e água com a taxa de ocupação do hotel para os três anos e as respectivas linhas de tendência. Estas representações gráficas encontram-se apresentadas nas Figuras 3.4 - 3.9.

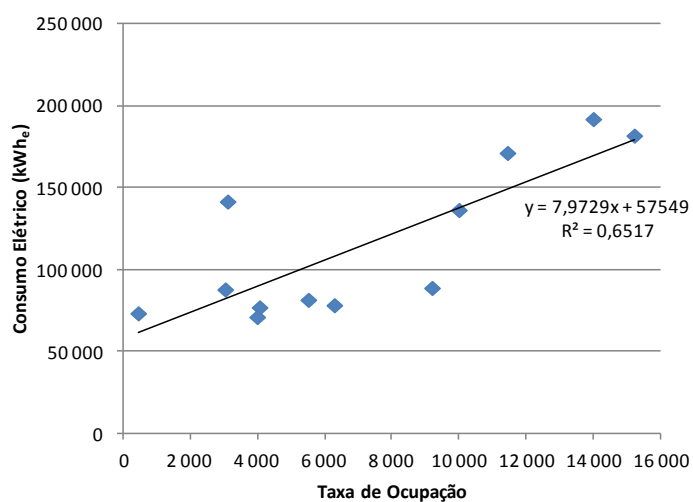


Figura 3.4 - Variação do consumo de eletricidade com a taxa de ocupação para o ano de 2011.

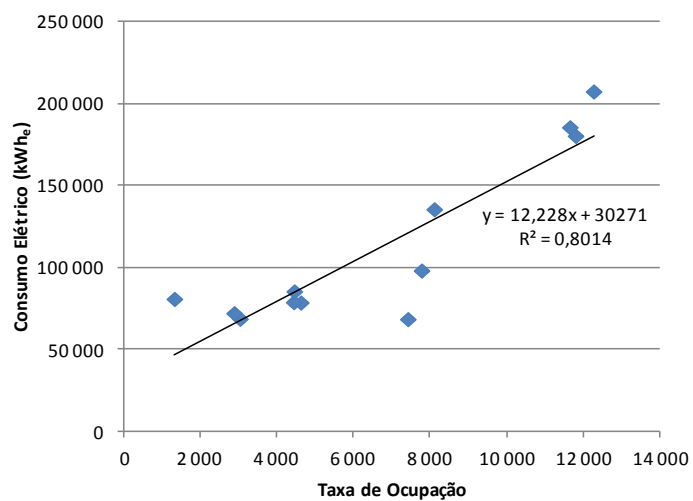


Figura 3.5 - Variação do consumo de eletricidade com a taxa de ocupação para o ano de 2012.

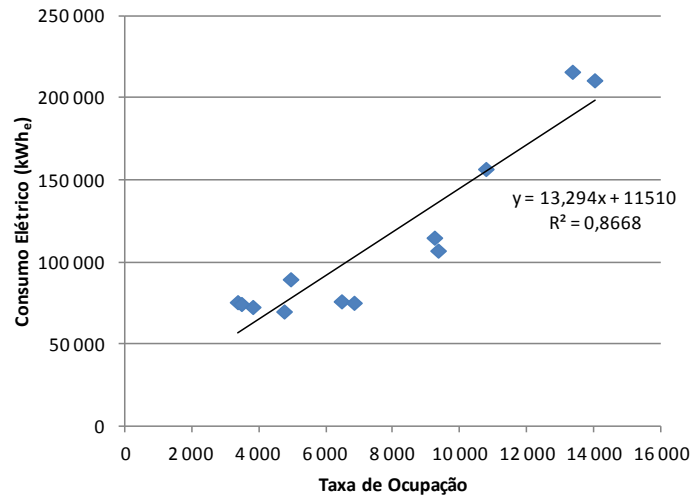


Figura 3.6 - Variação do consumo de eletricidade com a taxa de ocupação para o ano de 2013.

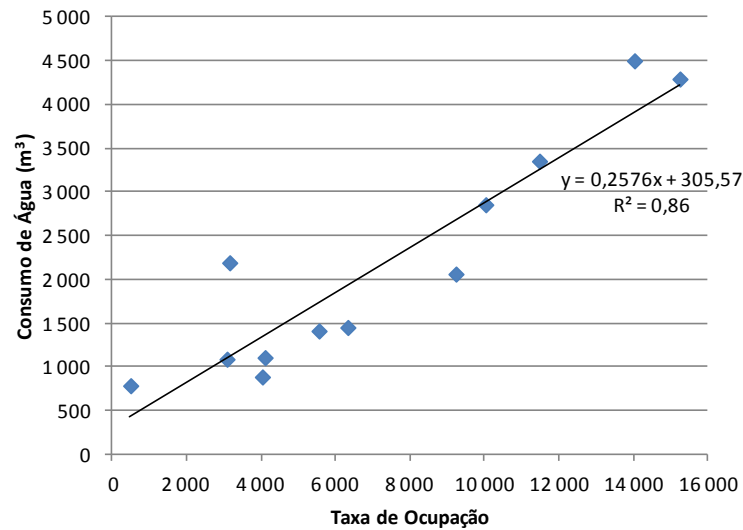


Figura 3.7 - Variação do consumo de água com a taxa de ocupação para o ano de 2011.

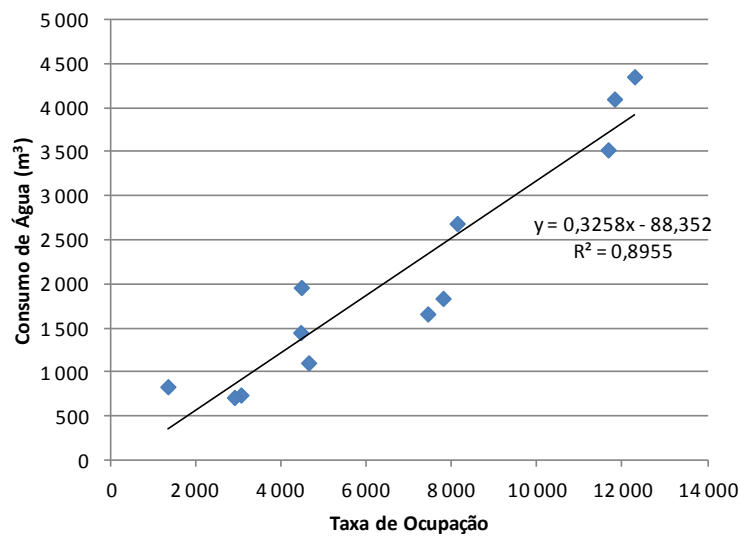


Figura 3.8 - Variação do consumo de água com a taxa de ocupação para o ano de 2012.

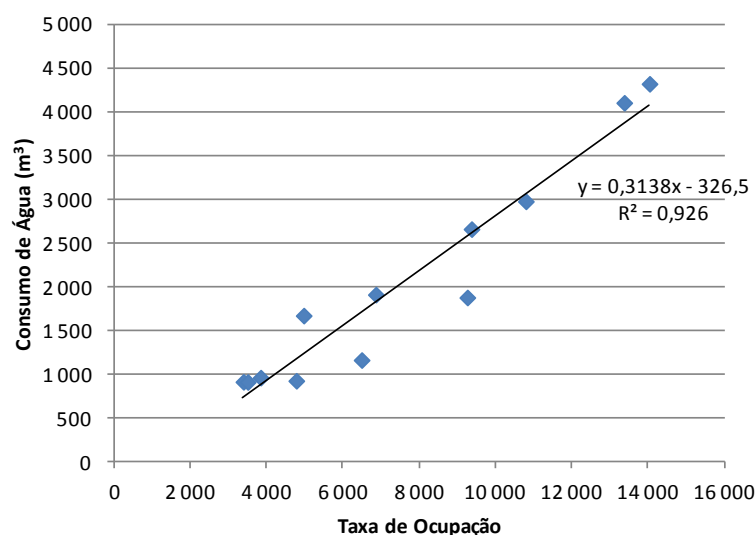


Figura 3.9 - Variação do consumo de água com a taxa de ocupação para o ano de 2013.

Assim, por análise das Figuras 3.4 - 3.9, as que apresentam uma melhor correlação entre os valores de consumo de eletricidade e de água e as respectivas taxas de ocupação ( $R^2$  mais próximo da unidade) são ambas pertencentes ao ano de 2013, utilizando-se, desta forma, este ano como ano de referência para os cálculos de poupança. Os dados dos consumos relativos ao ano de referência encontram na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Ocupação e consumos relativos a todas as fontes de energia consumidas referentes ao ano de 2013.

2013		Consumos Energéticos Totais				Consumos Energético / Cliente		
Meses	Clientes	Eletricidade (kWh <sub>e</sub> )	Água (m³)	Gás GPL (m³)	Gasóleo (L)	Eletricidade (kWh <sub>e</sub> )	Água (m³)	Gasóleo (L)
janeiro	3 387	75 924	925	1,25	11 850	22,42	0,27	3,50
fevereiro	4 774	70 239	937	1,12	12 250	14,71	0,20	2,57
março	6 487	76 435	1 174	1,00	13 550	11,78	0,18	2,09
abril	4 968	89 890	1 682	1,12	10 149	18,09	0,34	2,04
maio	6 860	75 533	1 922	1,00	7 050	11,01	0,28	1,03
junho	9 369	107 357	2 671	1,00	6 741	11,46	0,29	0,72
julho	14 037	211 232	4 332	1,00	7 856	15,05	0,31	0,56
agosto	13 374	216 419	4 115	2,00	8 309	16,18	0,31	0,62
setembro	10 794	157 145	2 988	1,00	6 503	14,56	0,28	0,60
outubro	9 259	115 245	1 889	1,00	6 430	12,45	0,20	0,69
novembro	3 839	72 988	973	1,00	8 456	19,01	0,25	2,20
dezembro	3 501	74 814	923	1,00	12 107	21,37	0,26	3,46
Total	90 649	1 343 221	24 531	13,49	111 251	14,82	0,27	1,23

Após a análise dos dados apresentados na Tabela 3.1, verifica-se que os consumos anuais totais para o ano de 2013 são de 1 343 221 kWh<sub>e</sub> para a energia elétrica, 24 531 m<sup>3</sup> para o consumo de água e 111 251 L relativos ao consumo de gasóleo, sendo o consumo de gás pouco significativo quando comparado com os restantes.

Da leitura da mesma tabela, e após relacionar os valores de consumos mensais com a respetiva taxa de ocupação, é também elucidativo que apesar de o consumo de energia elétrica ser superior nos meses de julho e agosto, é nos meses de dezembro e janeiro) que se verifica um consumo superior por cliente. Por outro lado, no caso do consumo de água, tanto o consumo absoluto como o consumo por cliente são superiores nos meses de Verão. Por fim, atendendo ao consumo de gasóleo, este é aproximadamente regular ao longo do ano, apresentando, contudo, um consumo base por cliente superior nos meses de Inverno, fruto da utilização das caldeiras para aquecimento.

### 3.2 Realização de Trabalho de Campo

Quando se aborda um projeto de eficiência energética, uma das tarefas mais importantes para que os objetivos sejam atingidos e seja possível a apresentação de medidas que permitam elevadas poupanças energéticas é a realização de uma auditoria detalhada ao edifício.

Desta forma, foi necessário efetuar um trabalho de campo, durante o mês de março do presente ano, com o objetivo de efetuar uma caracterização energética de todo o edifício e assim conhecer o seu funcionamento, mas também para proceder à instalação de analisadores de energia, durante aproximadamente uma semana, de modo a comprovar os consumos apresentados na Secção 3.1.

De uma forma geral, o hotel *Pestana Viking Beach & Spa Resort* é alimentado eletricamente por média tensão através de um Posto de Transformação (PT) interior que por sua vez transfere a energia para o Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT), ambos situados na zona técnica do edifício. Em termos energéticos, o edifício recorre também ao abastecimento periódico de gás propano para utilização principalmente na cozinha e de gasóleo de aquecimento utilizado nas caldeiras de aquecimento. De seguida, apresentam-se mais detalhadamente os sistemas consumidores de energia existentes observados durante o trabalho de campo efetuado.

### 3.2.1 Sistemas de Climatização

A produção de frio no hotel, com maior utilização nos meses de Verão, é assegurada por um *Chiller* só frio e sem recuperação, do tipo Água/Água com um compressor centrífugo e com potência térmica nominal projetada de 785 kW (Figura 3.10). O mesmo encontra-se instalado na central térmica do hotel, trabalhando atualmente a uma potência térmica máxima de 216 kW. Apresenta um consumo de 167,9 kW de energia elétrica para esta potência (incluindo 38,5 kW da torre de arrefecimento acoplada e 21,7 kW da bomba da torre), e desta forma, possui um índice de eficiência energética (EER) correspondente de 1,29.



*Figura 3.10 - Chiller existente na central térmica.*

Por outro lado, nos meses de Inverno, o aquecimento é efetuado por duas caldeiras iguais, com 750 kW de potência térmica nominal individual, do tipo tubular e queimador pressurizado (Figura 3.11), localizadas, de igual forma, na central térmica. Inicialmente as caldeiras funcionavam a nafta tendo sido convertidas para gasóleo no decorrer do ano de 2005.



*Figura 3.11 - Caldeiras a gasóleo existentes na central térmica.*



Mais especificamente, a climatização é assegurada por Unidades de Tratamento de Ar (UTA) disponíveis para cada grande zona a climatizar, como por exemplo, restaurante, bar, cozinha, entre outros. Estas são equipadas com ventiladores centrífugos acionados por correia, filtros planos laváveis e baterias de arrefecimento e aquecimento independentes, cada um com válvula de três vias, encontrando-se todas elas na central de climatização.

A climatização nos quartos, por sua vez, é realizada maioritariamente recorrendo a ventiloconvectores do tipo condutas de baixa pressão estática embutidas nos tetos falsos a dois tubos, com válvulas de três vias. Nos pisos superiores do edifício, dada a ineficiência atual do *Chiller* devido à sua antiguidade, foi necessário instalar nos quartos onde já não era garantida a devida climatização, unidades individuais de ar condicionado do tipo *split*. Nestes quartos, os ventiloconvectores encontram-se inativos.

O sistema hidráulico é do tipo coletor com desacoplamento hidráulico por coletor, e encontra-se dividido em grupo de aquecimento e de frio. O grupo de aquecimento tem bombas de circulação entre as caldeiras e o coletor e depois circuladores entre o coletor e cada zona de consumo (Figura 3.12). No grupo de frio existem duas bombas de circulação entre o *Chiller* e o circuito comum dos climatizadores e ventiloconvectores, só estando a funcionar apenas uma (Figura 3.12) <sup>[16, 17]</sup>.



*Figura 3.12 - Grupo de bombagem de aquecimento existente na central térmica.*



*Figura 3.13 - Grupo de bombagem de frio existente na central térmica.*

### 3.2.2 Produção de Água Quente Sanitária

A produção de água quente sanitária (doravante AQS), tal como o aquecimento na climatização, é assegurado pelas duas caldeiras existentes na central térmica, com eficiência de 90%, potência térmica nominal de 750 kW cada e alimentadas a gasóleo, como já foi referido anteriormente.

A água quente sanitária é posteriormente acumulada em quatro depósitos próprios para AQS de 5000 litros cada, termicamente isolados. Nesta situação, a transferência de calor das caldeiras para os depósitos de acumulação é efetuada através de permutadores de feixes tubulares imersos nos depósitos, normalmente designados como serpentinas.



*Figura 3.14 - Depósito para as AQS existente na central térmica.*

### 3.2.3 Iluminação

Uma percentagem do consumo energético do hotel corresponde ao consumo referente à potência instalada em iluminação. O edifício tem aproximadamente 73 kW de potência total instalada distribuída pelos vários pisos e exterior. Mais especificamente, a iluminação interior é composta por 4491 lâmpadas, correspondendo a cerca de 70 kW, enquanto que a iluminação exterior é composta por 231 lâmpadas, que resultam nos restantes 3 kW da potência total instalada em iluminação. Os tipos e potência das lâmpadas instaladas apresentam grande diversidade, sendo as mais utilizadas as fluorescentes tubulares de 18 e 36 W, halogéneo de 35 W e Lâmpada Fluorescente Compacta (CFLI) de 10 e 11 W. Existe também uma pequena quantidade de luminárias LED de 4 W.



*Figura 3.15 - Lâmpada fluorescente de 36 W de potência.*



*Figura 3.16 - Luminária de halogéneo de 35 W de potência.*



*Figura 3.17 - Luminária LED de 4 W de potência.*

Na Tabela 3.2 é possível observar a distribuição de potência de iluminação instalada por cada piso e a potência total de iluminação instalada no edifício.

*Tabela 3.2 - Distribuição da potência instalada de iluminação por piso e potência total.*

Pisos	Potência Instalada (W)	Potência Instalada (kW)
Piso 1	17 282	17,28
Piso 2	14 055	14,06
Piso Lobby	10 918	10,92
Piso 4	7 693	7,69
Piso 5	7 777	7,78
Piso 6	7 701	7,70
Piso 7	3 789	3,79
Cobertura	225	0,23
Exterior	3 406	3,41
<b>Total</b>	<b>72 846</b>	<b>72,85</b>

Os primeiros três pisos são os que apresentam uma maior potência instalada, uma vez que é onde se situam as divisões do hotel com maior área e consequentemente, maior necessidade de iluminação, como o restaurante, bar, receção, escritórios, sala de reuniões, entre outros.

### 3.2.4 Equipamentos Elétricos

Em relação aos equipamentos elétricos existentes no hotel, isto é, equipamentos utilizados na cozinha e lavandaria e bombas das piscinas interior e exterior, estima-se que a potência total instalada seja de aproximadamente 80 kW.

*Figura 3.18 - Equipamentos elétricos existentes na lavandaria.*

### 3.2.5 Medições Energéticas Efetuadas

Como já foi referido anteriormente, implementou-se, por um período de aproximadamente uma semana, analisadores de energia no QGBT que permitiriam validar os valores de consumo energéticos fornecidos pelo hotel, referentes, neste caso, apenas aos consumos de energia elétrica. Desta forma, efetuou-se uma comparação entre os valores recolhidos durante o

trabalho de campo no edifício do hotel, com os valores relativos ao mesmo mês de março do ano anterior e representou-se na Tabela 3.3.

*Tabela 3.3 - Consumos elétricos referentes ao mês de março nos anos de 2013 e 2014.*

Período	Consumo Mensal (kWh <sub>e</sub> )	Consumo Diário (kWh <sub>e</sub> )
março 2013	76 435	2 466
março 2014	74 400	1 642

Analisando os valores apresentados na Tabela 3.3, e devido principalmente à proximidade entre os valores de consumos de energia elétrica mensal no mês de março de 2013 e os valores medidos no mesmo mês do ano de 2014, é aceitável assumir os valores deste mesmo ano como válidos.

### 3.3 Apresentação de Medidas de Eficiência Energética

Após o estudo detalhado das informações e dados recolhidos durante o trabalho de campo no edifício em questão e respetiva auditoria, realizados no mês de março, correspondentes à segunda etapa da segunda fase do concurso, foi possível ajustar e adaptar a primeira proposta e definir as medidas de eficiência energética finais a implementar no hotel *Viking Beach & Spa Resort*. As soluções de eficiência energética contempladas na proposta final são apresentadas detalhadamente nas subsecções seguintes.

#### 3.3.1 *Chiller* Bomba de Calor

Esta é sem dúvida uma das mais importantes medidas de eficiência energética a implementar no hotel, em grande parte devido à idade avançada do equipamento atual e consequente perda de eficiência associada mas também porque, teoricamente, será a que maiores poupanças energéticas trará ao edifício em estudo. A medida prevê a substituição direta do *Chiller* só frio e sem recuperação e das duas caldeiras a gásóleo, atualmente instalados na zona técnica do hotel por um *Chiller* Bomba de Calor a 4 tubos com recuperação a 100% da energia térmica para as AQS. Uma vez que o *Chiller* Bomba de Calor é Ar-Água, não será instalado na zona técnica como o antigo, mas sim na cobertura, mais exatamente, na atual localização da torre de arrefecimento, que será retirada, juntamente com as bombas circuladoras associadas. Desta forma, o *Chiller* Bomba de Calor será responsável, principalmente, pela produção de energia térmica de climatização.

O *Chiller* Bomba de Calor previsto instalar no edifício é da marca Climaveneta, modelo NECS-Q/B 1004, de potência 240 kW e com caudais no condensador e no evaporador de 46,3 m<sup>3</sup>/h e 41,3 m<sup>3</sup>/h, respetivamente <sup>[18]</sup>.

Em relação aos elementos terminais de difusão de energia térmica, nomeadamente as UTA's e os ventiloconvectores serão mantidos os sistemas atualmente existentes. Quanto às unidades individuais de ar condicionado do tipo *split* que foram posteriormente instaladas em alguns quartos dos pisos superiores, serão mantidas em funcionamento, devido às suas boas condições de funcionamento e eficiência global elevada.

O equipamento foi selecionado tendo como base, principalmente, a potência térmica máxima atual de 216 kW, uma vez que com a instalação das unidades individuais de ar condicionado, diminuiu as necessidades de arrefecimento por parte desta máquina térmica, dispondo assim com o novo *Chiller* Bomba de Calor de maior capacidade do que a que existe atualmente.

Por fim, com o intuito garantir o bom funcionamento de toda a instalação, está prevista a colocação dos acessórios hidráulicos necessários, mais precisamente, válvulas de corte, válvulas de retenção, válvulas de regulação, filtros e juntas anti-vibráteis de 3''.

### 3.3.2 Água Quente Sanitária

Tal como foi referido no Subsecção 3.3.1, o *Chiller* Bomba de Calor previsto instalar na medida anterior possui recuperação a 100% da energia térmica para as AQS. Contudo, de acordo com a necessidade de aquecer a água até aos 60 °C, é necessário instalar uma Bomba de Calor complementar de modo a atingir as temperaturas pretendidas, uma vez que o *Chiller* Bomba de Calor não tem capacidade para produzir AQS até à temperatura pretendida e para efetuar a produção de AQS nos meses de Inverno.

Uma das principais razões para implementação desta ação de eficiência energética surge na medida de que o custo do gasóleo utilizado nas caldeiras ser superior ao custo da eletricidade por kWh. Assim, prevê-se a instalação de uma Bomba de Calor de alta temperatura para produção de AQS da marca Climaveneta, modelo AW-HT, com potência de 50 kW e caudal de 9,18 m<sup>3</sup>/h <sup>[19]</sup>.

Durante o trabalho de campo efetuado no edifício, foi visível uma ligeira degradação dos quatros depósitos existentes de 5000 L. Desta forma, prevê-se também a reparação dos mesmos, bem como a instalação de dois permutadores de placas externos um para o *Chiller* Bomba de Calor, na zona da recuperação e outro na Bomba de Calor de alta temperatura.

Ainda relacionado com as AQS está previsto a instalação de reguladores de caudal nas torneiras e chuveiros de todas as instalações sanitárias, conseguindo assim reduzir os

consumos de água e consequentemente diminuir o consumo de energia utilizada no aquecimento da mesma.

### 3.3.3 Bombas Circuladoras

Com o intuito de se conseguir retirar a máxima eficiência do novo *Chiller* Bomba de Calor, está prevista também a substituição das duas bombas circuladoras existentes, por outras bombas semelhantes de maior eficiência.

As duas bombas a instalar no sistema de climatização são da marca Grundfos, modelo TP 80-240-2 com caudal de 44,7 m<sup>3</sup>/h e perda de carga associada de 18 m.c.a.<sup>[20]</sup>.

Por outro lado, e uma vez que também está previsto a implementação de dois permutadores de calor externos no sistema de AQS do edifício, é necessário a instalação de quatro bombas circuladoras para os circuitos primários e secundários de acordo com as necessidades dos próprios permutadores. As características das bombas circuladoras encontram-se na Tabela 3.4.

*Tabela 3.4 - Características das bombas circuladoras associadas aos permutadores de calor.*

Marca	Modelo	Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Perdas de Carga (m.c.a)
Grundfos	TPE 40-120-2-S	8,7	10
Grundfos	Magna 1-25-100	4	6
Grundfos	Magna 1-25-100	6	6
Grundfos	Magna 25-60	1	6

De modo a garantir o bom funcionamento da instalação, está previsto a colocação dos acessórios hidráulicos necessários, isto é, válvulas de corte, válvulas de retenção, válvulas de regulação, filtros, juntas anti-vibráveis de 11/4'' e 1''.

### 3.3.4 Iluminação

Como já foi referido no Subcapítulo 3.2.3, e apesar de já existirem luminárias LED no sistema de iluminação devido à substituição gradual das luminárias mais antigas, a grande maioria ainda são de baixa eficiência. Desta forma, e tendo em conta o tempo de utilização de cada luminária e o custo das mesmas, constatou-se que seria pouco vantajosa uma substituição total das luminárias. Assim, verificou-se a oportunidade de implementar esta solução apenas em espaços característicos e em luminárias de grande utilização, propondo-se a seguinte substituição:

- luminárias CFLI de 10 W e 11 W por uma solução LED de 4 W e 8W, respetivamente;
- luminárias fluorescentes tubulares de 18 W e 36 W por LED Tube de 10,5 W e 21 W.

Tal substituição é sugerida devido à facilidade na adaptação das novas luminárias nas armaduras e balastros já existentes e uma vez que a intensidade luminosa é semelhante à atual <sup>[21]</sup>.

Na Tabela 3.5 encontram-se as quantidades de luminárias a substituir por potência, bem como a sua localização no hotel.

*Tabela 3.5 - Quantidades e potências das luminárias a implementar no hotel.*

	LED 4 W	LED 8 W	LED Tube 10,5 W	LED Tube 21 W
Bar/Restaurante	147	---	---	12
Cozinha	---	---	6	62
Gabinetes	19	---	8	6
Lavandaria	---	---	---	20
Piscina Interior	60	---	---	---
Quartos	399	1 013	---	---
Zonas comuns <sup>1</sup>	450	48	6	12
<b>Total</b>	<b>1 075</b>	<b>1 061</b>	<b>20</b>	<b>112</b>

<sup>1</sup> - Considera-se como zonas comuns a receção, *hall* de entrada e todos os corredores de acesso às habitações.

### 3.3.5 Cobertura da Piscina Interior

Numa piscina interior, as perdas por evaporação podem atingir valores bastante elevados, a rondar os 70% de perdas totais térmicas, sendo que as restantes se dividem em cerca de 25% para perdas associadas aos sistemas de climatização e ventilação e 5% para outras causas diversas. Desta forma, surgiu como medida crucial a introduzir no edifício a implementação de um sistema de cobertura do plano de água com o objetivo de evitar que estas perdas por evaporação sejam tão elevadas. Com esta taxa de evaporação inferior, as necessidades de renovação do ar, através de ventilação forçada também serão inferiores. Esta solução irá permitir poupanças energéticas com valores compreendidos entre os 20%-50%.

## 3.4 Cálculo de Poupanças

A única maneira de validar as medidas de eficiência energética que são contempladas na proposta final apresentada, é efetuar o cálculo do consumo energético parcial por medida e total do edifício, e perceber o quão menor é este valor relativamente ao consumo energético inicial. A metodologia mais precisa e indicada para se efetuar este cálculo é recorrendo a um aplicação de simulação computacional e um respetivo modelo, onde são considerados os



perfis térmicos reais do edifício, utilizados consumos reais dos equipamentos existentes de forma discriminada, e assumidas as condicionantes climáticas adjacentes. Contudo, neste caso em particular, não foi utilizado este método, principalmente devido à falta de monitorização de consumos energéticos do hotel, e consequentemente devido à incerteza quanto ao correto funcionamento de toda a instalação. Como alternativa, recorreu-se a métodos de cálculo diretos onde se assumiu as condicionantes conhecidas dos sistemas e equipamentos utilizados e arbitrando valores fundamentados para as variáveis desconhecidas.

As poupanças energéticas associadas à implementação de cada medida projetada encontram-se apresentadas nas subsecções adjacentes a esta secção.

#### **3.4.1 Água Quente Sanitária**

Tal como já foi apresentado na Subsecção 3.3.2, esta medida implica a implementação de uma Bomba de Calor de alta temperatura, para apoiar o funcionamento do *Chiller* Bomba de Calor com recuperação para as AQS. De acordo com as informações recolhidas durante o trabalho de campo realizado no hotel, pode-se afirmar que 75% do consumo de água do edifício destina-se à utilização de AQS para banhos. Por outro lado, pelo menos 50% da AQS para os banhos necessitam de um incremento no aquecimento até a 60 °C, e que a temperatura da água de rede proveniente da companhia ronda os 15 °C. Por sua vez, com base nos catálogos das máquinas térmicas apresentadas anteriormente, é correto afirmar que o *Chiller* Bomba de Calor efetua aquecimento até aos 50 °C, sendo os restantes 10 °C, até aos 60 °C necessários, suportados pela Bomba de Calor de alta temperatura. Finalmente, a implementação de redutores de caudal nas torneiras e chuveiros, preveem uma redução no consumo de água quente sanitária a rondar os 40%.

Assumindo os pressupostos indicados no parágrafo anterior, os caudais de água e a quantidade de energia necessários para o aquecimento das mesmas encontram-se na Tabela 3.6.

Tabela 3.6 - Caudais de água consumidos e quantidade de energia associada.

2013	Consumo de Água (m <sup>3</sup> )	Consumo de AQS com incremento de temperatura (m <sup>3</sup> )	Energia Térmica Necessária (kWh <sub>t</sub> )		
			Atual	Chiller e Bomba Calor	Após Medida
janeiro	925	347	18 154	18 154	10 892
fevereiro	937	351	18 389	18 389	11 034
março	1 174	440	23 040	23 040	13 824
abril	1 682	631	33 010	33 010	19 806
maio	1 922	721	37 720	37 720	22 632
junho	2 671	1 002	52 420	11 649	6 989
julho	4 332	1 625	85 018	18 893	11 336
agosto	4 115	1 543	80 759	17 947	10 768
setembro	2 988	1 121	58 641	13 031	7 819
outubro	1 889	708	37 073	8 238	4 943
novembro	973	365	19 096	19 096	11 457
dezembro	923	346	18 114	18 114	10 869
<b>Total</b>	<b>24 531</b>	<b>9 199</b>	<b>481 436</b>	<b>237 283</b>	<b>142 370</b>

Com a análise da Tabela 3.6 pode afirmar-se que a altura do ano em que se verifica um maior consumo de água e consequentemente um maior consumo de AQS é nos meses de Verão, atingindo um máximo de 1 625 m<sup>3</sup> no mês de julho e um total anual de 9 199 m<sup>3</sup>. No caso da energia necessária para aquecimento até aos 60 °C ( $\Delta T=45$  °C) do sistema atualmente existente, verifica-se que o consumo energético para as AQS no ano de referência, foi de 481 436 kWh<sub>t</sub>. Por outro lado, com a implementação do *Chiller* Bomba de Calor e da Bomba de Calor de alta temperatura, verifica-se uma redução de consumo energético para 237 283 kWh<sub>t</sub>, aproximadamente 50%, proveniente da recuperação para as AQS efetuado pelo *Chiller* Bomba de Calor entre os meses de junho e outubro. Por fim, introduzindo os redutores de caudal de acordo com o previsto, verifica-se ainda uma redução de 40% sobre os valores do aquecimento com a recuperação, resultando num consumo anual final de 142 370 kWh.

Em seguida, e recorrendo aos valores dos consumos apresentados na Tabela 3.6, calculou-se a poupança associada à implementação desta medida (Tabela 3.7).

Tabela 3.7 - Consumos e poupança anual obtidos antes e depois da implementação da medida (Água Quente Sanitária).

	Atual	Após Medida
Consumo Anual de Energia Térmica (kWh <sub>t</sub> )	481 436	142 370
Poupança Anual em Gasóleo (€)	---	46 892
Consumo Anual de Energia Elétrica (kWh <sub>e</sub> )	---	54 758
Poupança Anual em Eletricidade (€)	---	-4 880

Após analisar a Tabela 3.7 é possível perceber com clareza as vantagens, em termos de poupanças energéticas, associadas à implementação desta medida, uma vez que, logo à partida, verifica-se que o consumo de energia térmica diminui consideravelmente, para valores cerca de 70% mais baixos. Com a introdução deste sistema, prevê-se a desativação das caldeiras atualmente existentes e consequentemente remoção total da utilização de gásóleo como combustível do sistema de aquecimento, resultando numa poupança de 46 892 € de gásóleo, assumindo um custo de 0,0974 €/kWh<sub>t</sub>. Por outro lado, e uma vez que a Bomba de Calor a implementar no hotel possui um coeficiente de performance (COP) de 2,6, isto é, por cada kWh<sub>e</sub> fornecido ao equipamento, este produz 2,6 kWh<sub>t</sub>, o consumo de energia elétrica após a medida será de 54 758 kWh<sub>e</sub>. Assim, e uma vez que se trata de um sistema que funciona exclusivamente a eletricidade, irá ocorrer um incremento no custo final de eletricidade, sendo a poupança anual em energia elétrica de -4 880 € (0,089122 €/kWh<sub>e</sub>).

### 3.4.2 Chiller Bomba de Calor

O novo *Chiller* Bomba de Calor, como o próprio nome indica, efetuará a climatização necessária ao edifício, isto é, não efetuará apenas o arrefecimento nos meses mais quentes, mas também será capaz de efetuar o aquecimento nos meses de temperaturas mais baixas. Assim, de maneira a conhecer as poupanças totais obtidas com a implementação desta medida, foram efetuados os cálculos para as duas situações apresentadas.

Começando pelo processo de aquecimento, este substituirá diretamente e totalmente a utilização atual das duas caldeiras a gásóleo, tendo desta forma de suportar todas as necessidades que as mesmas suportam atualmente. Assim, calculou-se a energia requerida para aquecimento, que se apresenta na Tabela 3.8.

Tabela 3.8 - Energia necessária para aquecimento do hotel.

2013	Consumo de Gásóleo (L)	Energia Total Fornecida (kWh <sub>t</sub> )	Energia para AQS (kWh <sub>t</sub> )	Energia para Aquecimento (kWh <sub>t</sub> )
janeiro	11 850	111 983	18 154	93 829
fevereiro	12 250	115 763	18 389	97 373
março	13 550	128 048	23 040	105 007
abril	10 149	95 908	33 010	62 898
maio	7 050	66 623	37 720	28 902
junho	6 741	63 702	52 420	11 282
julho	7 856	74 239	85 018	N.C.
agosto	8 309	78 520	80 759	N.C.
setembro	6 503	61 453	58 641	N.C.
outubro	6 430	60 764	37 073	23 691
novembro	8 456	79 909	19 096	60 813
dezembro	12 107	114 411	18 114	96 297
<b>Total</b>	<b>111 251</b>	<b>1 051 322</b>	<b>481 436</b>	<b>580 092</b>

N.C. - Não considerado.

Analisando a Tabela 3.8, verifica-se que o gásóleo utilizado pelas caldeiras atualmente existentes na central térmica do hotel, tanto é utilizado para produção das AQS, como para o aquecimento do ar. Desta forma, e uma vez que já foi calculada a energia necessária para a produção de AQS na Subsecção 3.4.1, subtraindo esse elemento ao valor de energia térmica total fornecido pelo gásóleo, assumindo um poder calorífico inferior (PCI) para o gásóleo de 10,5 kWh/L e um rendimento das caldeiras de 90%, obtém-se a quantidade de energia proveniente desse combustível destinada à climatização. Assim, a quantidade de energia térmica total necessária para efetuar este aquecimento é 580 092 kWh<sub>t</sub>, com consumo mais acentuado nos meses de Inverno, verificando-se por outro lado a existência de três meses, julho, agosto e setembro, em que a produção de calor nas caldeiras destina-se apenas à produção de AQS [22, 23].

Posteriormente, e recorrendo aos valores de consumo existentes na Tabela 3.8, foi possível conhecer qual seria a poupança no aquecimento com a substituição das duas caldeiras a gásóleo atualmente existente pelo novo *Chiller* Bomba de Calor (Tabela 3.9).

*Tabela 3.9 - Consumos e poupança anual obtidos antes e depois da implementação da medida (Chiller Bomba de Calor - Aquecimento).*

	Atual	Após Medida
Consumo Anual de Energia Térmica (kWh <sub>t</sub> )	580 092	580 092
Poupança Anual em Gásóleo (€)	---	56 501
Consumo Anual de Energia Elétrica (kWh <sub>e</sub> )	---	193 364
Poupança Anual em Eletricidade (€)	---	-17 233

De acordo com a Tabela 3.9, com a implementação desta medida, verificou-se que para o mesmo consumo anual de energia térmica, ocorrerá uma poupança anual de 56 501 €, no que diz respeito ao gásóleo. Em contrapartida, observar-se-á um consumo anual de energia elétrica de 193 364 kWh<sub>e</sub>, utilizando um COP de 3 para o sistema *Chiller* Bomba de Calor, enquanto que a poupança prevista em eletricidade, utilizando a tarifa de 0,089122 €/kWh<sub>e</sub>, será de -17 233 €, uma vez que o consumo de eletricidade irá aumentar, de modo a compensar a eliminação, na totalidade, do atual consumo de gásóleo.

Por outro lado, e uma vez que o *Chiller* Bomba de Calor também será responsável por efetuar o arrefecimento do ar interior do hotel, foi necessário calcular os consumos energéticos a ele associados (Tabela 3.10).

Tabela 3.10 - Energia necessária para arrefecimento do hotel.

2013	Consumo de Eletricidade (kWh <sub>e</sub> )	Consumo de Eletricidade para Climatização (kWh <sub>e</sub> )
janeiro	75 924	N.C.
fevereiro	70 239	N.C.
março	76 435	N.C.
abril	89 890	14 890
maio	75 533	N.C.
junho	107 357	32 357
julho	211 232	136 232
agosto	216 419	141 419
setembro	157 145	82 145
outubro	115 245	40 245
novembro	72 988	N.C.
dezembro	74 814	N.C.
<b>Total</b>	<b>1 343 221</b>	<b>447 288</b>

De acordo com as informações recolhidas durante o trabalho de campo, sabe-se que o *Chiller* atual apenas é utilizado quando necessário para climatização, neste caso, arrefecimento. Atendendo agora à Tabela 3.10, verifica-se que nos meses em que se registam as temperaturas mais baixas (novembro a maio, exceto abril), isto é, quando o *Chiller* se encontra desligado, o consumo médio de eletricidade é aproximadamente de 75 000 kWh<sub>e</sub>. Concluindo, subtraindo este valor médio aos valores de consumo referentes aos meses de funcionamento desta máquina térmica, obtém-se o consumo energético realizado pela mesma, obtendo-se um total de consumo anual para climatização de 447 288 kWh<sub>e</sub>.

Posto isto, utilizando a informação da Tabela 3.10, calculou-se o consumo e poupanças obtidas com a implementação do novo *Chiller* Bomba de Calor e apresentaram-se na Tabela 3.11.

Tabela 3.11 - Consumos e poupança anual obtidos antes e depois da implementação da medida (*Chiller* Bomba de Calor - Arrefecimento).

	Atual	Após Medida
Consumo Anual de Energia Térmica (kWh <sub>t</sub> )	746 971	746 971
Consumo Anual de Energia Elétrica (kWh <sub>e</sub> )	447 288	248 990
Poupança Anual em Energia Elétrica (kWh <sub>e</sub> )	---	198 298
Poupança Anual em Eletricidade (€)	---	17 673

Com base nos dados da Tabela 3.11, observou-se que o consumo anual de energia térmica atual, assumindo um COP de 1,67, é de 746 971 kWh<sub>t</sub>. Este COP foi obtido de acordo com

medições feitas ao *Chiller* atualmente existente, durante o trabalho de campo no edifício, medindo a energia térmica instantânea produzida, recorrendo a um contador de entalpia e utilizando um analisador de energia elétrica, de forma a saber o consumo de energia elétrica da máquina térmica. Em seguida, assumindo a mesma necessidade de energia térmica após as modificações, e assumindo o COP igual a 3 do novo sistema *Chiller* Bomba de Calor, obteve-se um consumo anual energético de 248 990 kWh<sub>e</sub>, resultando assim numa poupança de energia elétrica anual de 198 298 kWh<sub>e</sub> e 17 673 €.

### 3.4.3 Bombas Circuladoras

O cálculo das poupanças obtidas com a substituição das bombas circuladoras e com a introdução no sistema de quatro novas bombas associadas aos permutadores de calor apresentam um elevado grau de dificuldade por diversos fatores. Em primeiro lugar e uma vez que o *Chiller* se encontrava desligado, no momento da realização do trabalho de campo, as bombas circuladoras a ele associadas, também não se encontravam em funcionamento. Em segundo lugar, no caso das bombas associadas aos permutadores de calor, e uma vez que se trata de uma ação de eficiência energética associada a esta medida, de momento, não existem quaisquer registos de consumos. Assim, de maneira a contabilizar as poupanças associadas a esta medida, assumiu-se um incremento no COP do novo *Chiller* Bomba de Calor, definindo-se o valor de COP de 3, como o valor associado ao sistema de climatização, com as bombas incluídas e já utilizado anteriormente.

### 3.4.4 Iluminação

Para se efetuar o cálculo da poupança energética e monetária obtida com a substituição das luminárias existentes por luminárias mais eficientes, neste caso luminárias LED, assumiu-se a distribuição anteriormente efetuada relativamente à quantidade e potência das luminárias a introduzir. Por outro lado, e baseado em informações recolhidas com colaboradores do hotel, estimou-se um horário de utilização de cada luminária próximas da utilização real, obtendo-se, assim, os valores de poupança apresentados na Tabela 3.12.

*Tabela 3.12 - Potência atual, potência a instalar e poupança anual obtida com a implementação da medida.*

	Período (h/ano)	Potência Atual (kW)	Potência Após Medida (kW)	Poupança Anual (kWh <sub>e</sub> )	Poupança Anual (€)
Bar / Restaurante	4 015	2,98	1,49	5 970	532
Cozinha	5 840	2,34	1,37	5 694	508
Gabinets	2 920	1,03	0,29	2 158	192
Lavandaria	1 825	0,72	0,42	548	49
Piscina Interior	4 380	0,60	0,24	1 577	141
Quartos	1 095	19,28	10,87	9 211	821
Zonas Comuns	5 840	6,86	3,47	19 815	1 766
<b>Total</b>		<b>33,81</b>	<b>18,14</b>	<b>44 973</b>	<b>4 009</b>

Após analisar a Tabela 3.12, é correto afirmar que a substituição das luminárias existentes para uma solução idêntica em LED, prevê uma redução de potência instalada na ordem dos 40% para a cozinha e lavandarias, até valores superiores a 70% nos gabinetes. Concluindo, com a aplicação desta medida no hotel será possível atingir uma poupança anual de 44 973 kWh o que equivale a 4 009 €, assumindo um custo de energia elétrica de 0,089122 €/kWh<sub>e</sub>.

### 3.4.5 Cobertura da Piscina Interior

Com o objetivo de calcular as poupanças associadas a instalação de uma cobertura para a piscina interior, durante o período de encerramento da mesma, recorreu-se a medições efetuadas na Bomba de Calor da piscina, atualmente existente, ao consumo energético relativo ao aquecimento da água e à própria climatização do meio envolvente, durante o trabalho de campo no edifício. Desta forma, e assumindo uma poupança catalogada de 50% sob o consumo de energia, calculou-se a poupança obtida com a instalação da cobertura e apresentou-se na Tabela 3.13.

*Tabela 3.13 - Consumo energético e poupança obtida com a implementação da cobertura na piscina interior.*

	Atual	Após Medida
Consumo Médio Horário (kWh <sub>e</sub> )	7,2	3,6
Consumo Médio Anual (kWh <sub>e</sub> )	62 208	31 104
Poupança Anual (kWh <sub>e</sub> )	---	31 104
Poupança Anual (€)	---	2 772

Analisando a Tabela 3.13, e utilizando a informação catalogada, obteve-se uma poupança anual com a colocação da cobertura de 31 104 kWh<sub>e</sub>, o que equivalem a uma poupança anual de 2 772 €, assumindo, mais uma vez, um custo de energia elétrica de 0,089122 €/kWh<sub>e</sub>.

### 3.4.6 Análise de Investimento

Na Tabela 3.14 encontram-se agrupadas as informações relativas às poupanças obtidas com cada medida, anteriormente apresentadas e as respetivas poupanças totais anuais.

*Tabela 3.14 - Poupanças anuais de energia elétrica e térmica previstas por medida e respetiva poupança total anual.*

Medidas	Poupança Anual Energia Elétrica (kWh <sub>e</sub> )	Poupança Anual Energia Térmica (kWh <sub>t</sub> )	Poupança Anual Eletricidade (€)	Poupança Anual Gasóleo (€)	Poupança Total Anual (€)
Água Quente Sanitária	-54 758	481 436	-4 880	46 892	42 012
Chiller Bomba de Calor	4 934	580 092	440	56 501	56 941
Iluminação	44 973	---	4 008	---	4 008
Cobertura da Piscina Interior	31 104	---	2 772	---	2 772
<b>Poupança Total</b>	<b>26 253</b>	<b>1 061 528</b>	<b>2 340</b>	<b>103 393</b>	<b>105 733</b>

Após analisar a Tabela 3.14, é possível concluir que a maior percentagem de poupança se encontra associada ao gasóleo e à eliminação da sua utilização com a implementação das novas medidas. Esta poupança é de aproximadamente 103 393 € referentes a 1 061 528 kWh<sub>t</sub> de energia térmica, enquanto que a poupança anual na fatura de eletricidade é de 2 340 €, resultantes de uma poupança de energia elétrica na ordem dos 26 253 kWh<sub>e</sub>. A poupança total anual no hotel *Pestana Viking Beach & Spa Resort*, recorrendo às taxas de ocupação do ano de 2013, é de 105 733 €.

Por outro lado, sabe-se que apenas com os valores de poupança é impossível de se saber se a realização de um projeto é rentável, sendo essencial a apresentação de um valor de investimento associado. Contudo, devido à necessidade de manter alguma confidencialidade relativamente à proposta, utilizou-se o valor de 230 000 € como custo total de investimento, incluindo neste valor os custos dos equipamentos e acessórios previstos instalar, assim como mão-de-obra associada e todo o acompanhamento referente ao Plano de Medição e Verificação.



Com o valor de investimento apresentado e assumindo um valor de poupança total anual constante, apresentado na Tabela 3.14, obtêm-se um retorno de investimento ao fim de pouco mais de dois anos de contrato, sendo os restantes três de obtenção total de lucro.

### 3.5 Elaboração de um Plano de Medição e Verificação

Paralelamente ao processo de implementação das medidas de eficiência energética, como já foi referido, deverá ser efetuado um Plano de Medição e Verificação (M&V), de maneira a comprovar as poupanças previstas após a realização das mesmas. Para isso, será necessária a instalação de analisadores de energia, a recolha e tratamento dos resultados obtidos, a realização de cálculos com os valores obtidos e a elaboração de relatórios periódicos para demonstração dos resultados.

Para a realização do Plano de M&V em questão, recorreu-se ao Volume I do Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance (IPMVP), onde se sugere boas práticas de documentação da eficácia dos projetos de eficiência energética e de consumo eficiente de água implantados em edifícios e instalações industriais. Mais precisamente sugere quatro opções distintas (A, B, C e D) de cálculo das poupanças, tendo em atenção o método de obtenção dos consumos, a fronteira de medição, entre outros.

Para a obtenção do máximo de valores reais de consumo nos anos de duração de contrato, foi necessário efetuar um reajuste das medidas, apresentando-se em seguida o Plano de M&V para o edifício do hotel Pestana *Viking Beach & Spa Resort* <sup>[24, 25]</sup>.

#### 3.5.1 Medidas e Opções do IPMVP Selecionadas

- Produção de Calor para Climatização e Água Quente Sanitária

Esta medida incluída no plano M&V, como o próprio nome sugere, engloba todos os sistemas necessários para produção de calor no edifício. Desta forma, inclui-se nesta medida, a substituição das caldeiras a gásóleo pelo *Chiller* Bomba de Calor e pela Bomba de Calor de alta temperatura, para produção simultânea de aquecimento ambiente e produção de AQS.

A opção do IPMVP selecionada será a opção C, onde a fronteira de medição será o edifício na sua totalidade, devido à falta de contadores que efetuem de forma individualizada a contabilidade da energia consumida para a produção de AQS e climatização, não permitindo a criação de uma fronteira de medição mais exata.

Para este caso, a medição de consumo será efetuada no contador de energia elétrica, uma vez que aquando da realização do trabalho de campo, foi efetuada uma aferição deste

contador com um analisador de rede devidamente calibrado, apresentando valores próximos dos reais como provado na Subsecção 3.2.5. Quanto ao contador de água de rede sanitária, considerou-se aferido pelos serviços municipalizados, neste caso, Águas do Algarve.

- Produção de Frio para Climatização

A medida seguidamente apresentada, inclui a substituição do *Chiller* só frio, atualmente existente na central térmica, pelo *Chiller* Bomba de Calor, com vista à produção de água fria para arrefecimento ambiente, incluindo as bombas circuladoras e respetiva distribuição aos ventiloconvectores.

Nesta situação, recorreu-se à opção C protocolada no IPMVP, onde a fronteira será novamente todo o edifício obrigatoriamente, justificada pelo defeituoso funcionamento do *Chiller*, e pela impossibilidade de simulação de funcionamento das bombas dos circuitos primários e secundários.

A medição de consumo de energia elétrica será efetuada da mesma forma e pelas mesmas razões apresentadas no ponto anterior.

- Iluminação

A medida apresentada neste ponto coincide com a medida de eficiência energética sugerida na Subsecção 3.4.4, sendo, desta vez, escolhida a opção A do protocolo do IPMVP, onde a fronteira de medição será apenas a ação de eficiência energética e um dos parâmetros terá de ser estimado devido à falta de informação relativamente à utilização das luminárias, justificando assim a escolha desta opção.

As medições serão efetuadas instantaneamente, obtendo-se os valores de potência antes e após a implementação da medida, sendo a utilização horária de cada luminária a mesma que foi assumida na subsecção correspondente.

- Cobertura da Piscina Interior

Esta medida coincide com a medida de eficiência energética apresentada na Subsecção 3.4.5, sugerindo-se neste caso a opção B do IPMVP, uma vez que a fronteira de medição será a própria ação de eficiência energética e justificada pela comparação direta dos valores de consumo antes e após a ação, uma vez que foram recolhidos dados durante a realização do trabalho de campo efetuado ao hotel, não sendo necessária qualquer estimativa de valores.

As medições serão efetuadas no quadro elétrico dos equipamentos da piscina interior, uma vez que, o correto funcionamento do mesmo já foi aferido recorrendo a um analisador de rede devidamente calibrado.

No Anexo 1, encontra-se um esquema do Plano M&V que permite uma melhor perceção da rede de leituras e dos locais onde se irão implementar os medidores.

### 3.5.2 Condições de Operação do Plano M&V

O Plano de Medição e Verificação será aplicado durante o mesmo período de duração do contrato estabelecido em modalidade ESCO, ou seja, durante os cinco anos seguintes à implementação das medidas de eficiência energética, sendo que as leituras, análise de resultados e elaboração de relatórios deverão ocorrer durante o mesmo período de tempo.

Quanto às condições de consumo de referência que são necessárias ao plano M&V, tal como já foi referido anteriormente, foram fornecidas na sua totalidade pelo hotel Pestana *Viking*, durante o período de apresentação das propostas finais, e são referentes ao ano de 2013. Nestas condições de referência, e além dos consumos dos anos acima referidos, foram fornecidas também as taxas de ocupação do edifício neste mesmo período.

Estes valores de referência terão de ser alvo de ajustes de acordo com condições em que foram obtidos. Neste caso em particular, um fator essencial a ser levado em consideração para se efetuar o ajuste será a taxa de ocupação do hotel, que naturalmente será variável ao longo do ano, havendo épocas de ocupação mais elevada e outras de ocupação mais reduzida, o que consequentemente irá influenciar o consumo energético do edifício e a poupança energética obtida. Outro exemplo de ajuste por vezes efetuado, é um ajuste realizado aos valores de consumo de eletricidade do *Chiller*, uma vez que os valores poderão ter sido obtidos em alturas do ano diferentes, em que as temperaturas ambiente registadas seriam diferentes, resultando, naturalmente, em necessidades de aquecimento ou arrefecimento diferentes. Contudo, neste caso, de acordo com os dados fornecidos pelo hotel Pestana *Viking*, não se verifica qualquer influência significativa da temperatura nos consumos energéticos obtidos.

A economia obtida pelas medidas implementadas no edifício será calculada com base nas tarifas de referência de energia elétrica e de gásóleo definidas pelo FAI. Desta forma, o valor da tarifa relativa à energia elétrica será de 0,089122 €/kWh, enquanto que o valor da tarifa para o gásóleo será 0,0974 €/kWh.

Concluindo, ficará à responsabilidade da empresa de serviços energéticos, neste caso a dst solar, de reportar e registar os dados obtidos recorrendo aos medidores instalados, compilá-los num sistema de gestão de energia remoto, e apresentar, com uma periodicidade

trimestral, um relatório em que apresente e demonstre que as poupanças previstas pelo plano M&V anteriormente concebido foram atingidas. No caso de se verificarem situações anómalas em relação aos valores propostos, o período de reporte pode diminuir para mensal ou mesmo semanal.

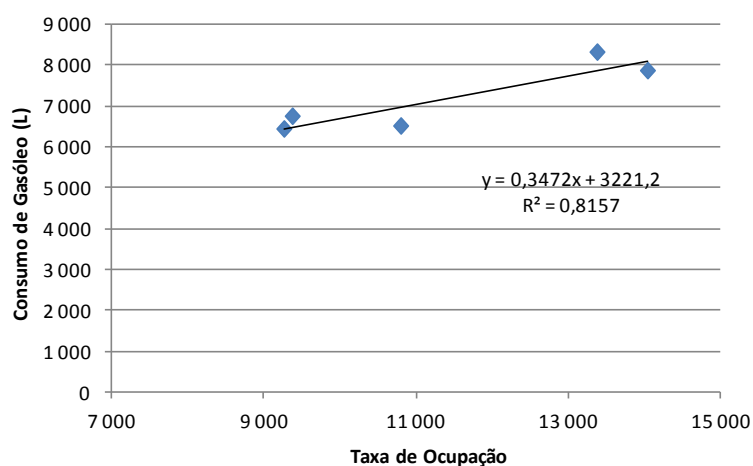
### 3.5.3 Cálculo de Poupanças Ajustadas

O processo de determinação da poupança, como já foi referido anteriormente, consiste na recolha de dados e estudo prévio dos consumos de energia que servirão de referência para a implementação das medidas de eficiência energética. Contudo, não será demais relembrar que será necessário fazer um ajuste a estes valores de referência, devido a fatores externos não relacionados diretamente com as medidas implementadas, durante este período.

- Produção de Calor para Climatização e Água Quente Sanitária

De maneira a conhecer os valores reais de poupança obtidos para a produção e consumo de água quente para climatização terá de ser feito um ajuste aos valores consumidos de gasóleo no ano de referência, para os meses de Verão (junho a outubro), uma vez que neste período, o consumo de gasóleo para climatização é nulo.

Na Figura 3.19 encontram-se os valores de consumo de gasóleo, em litros, em função da taxa de ocupação para os meses anteriormente referidos juntamente com a linha de tendência associada e a respetiva equação da reta.



*Figura 3.19 - Consumo de gasóleo em função da taxa de ocupação para os meses de junho a outubro.*

Recorrendo à equação da reta apresentada na Figura 3.19 relativa ao ajuste do consumo de gasóleo para os meses de junho a outubro, calculou-se o consumo de gasóleo ajustado para AQS e respetiva energia térmica para AQS e climatização (Tabela 3.15).

*Tabela 3.15 - Consumos reais e ajustados de gasóleo e respetivas energias térmicas.*

2013	Taxa de Ocupação Mensal	Consumo Real de Gasóleo (L)	Energia térmica (kWh <sub>t</sub> )	Consumo de Gasóleo Ajustado para AQS (L)	Energia Térmica Ajustada para AQS (kWh <sub>t</sub> )	Energia Térmica para Climatização (kWh <sub>t</sub> )
janeiro	3387	11 850	111 983	4 397	41 552	70 431
fevereiro	4774	12 250	115 763	4 879	46 107	69 656
março	6487	13 550	128 048	5 473	51 720	76 328
abril	4968	10 149	95 908	4 946	46 740	49 168
maio	6860	7 050	66 623	5 603	52 948	13 674
junho	9369	6 741	63 702	6 474	61 179	N.C.
julho	14037	7 856	74 239	8 095	76 498	N.C.
agosto	13374	8 309	78 520	7 865	74 324	N.C.
setembro	10794	6 503	61 453	6 969	65 857	N.C.
outubro	9259	6 430	60 764	6 436	60 820	N.C.
novembro	3839	8 456	79 909	4 554	43 035	36 874
dezembro	3501	12 107	114 411	4 437	41 930	72 482
<b>Total</b>	<b>90 649</b>	<b>111 251</b>	<b>1 051 322</b>	<b>70 128</b>	<b>662 710</b>	<b>388 612</b>

Assim, recorrendo à Tabela 3.15, verifica-se que o consumo de gasóleo ajustado total é de 70 128 L e que o consumo de energia térmica utilizada para climatização, assumindo um PCI para o gasóleo de 10,5 kWh/L e um rendimento das caldeiras de 90%, é 388 612 kWh<sub>t</sub>, o que equivale a 129 537 kWh<sub>e</sub>, considerando o COP de 3 (ver Subsecção 3.4.3) relativo ao *Chiller* Bomba de Calor.

Em relação ao método de cálculo da poupança para a produção e consumo de água quente para AQS, recorreu-se aos valores anteriormente calculados de consumo de gasóleo ajustado para AQS e respetiva energia térmica associada e calculou-se a quantidade de AQS que esta energia conseguiria produzir (Tabela 3.16).

Tabela 3.16 - Consumos reais e ajustados de AQS e respectivas energias térmicas.

2013	Taxa de Ocupação Mensal	Consumo Real Água (m <sup>3</sup> )	Energia Térmica Ajustada para AQS (kWh <sub>t</sub> )	Consumo AQS Ajustado (m <sup>3</sup> )	Consumo AQS Ajustado com Redutores (m <sup>3</sup> )	Energia Térmica Ajustada para AQS com Redutores (kWh <sub>t</sub> )	Energia Térmica Ajustada para AQS com Redutores e Recuperação (kWh <sub>t</sub> )
janeiro	3 387	925	41 552	794	476	24 931	24 931
fevereiro	4 774	937	46 107	881	529	27 664	27 664
março	6 487	1 174	51 720	988	593	31 032	31 032
abril	4 968	1 682	46 740	893	536	28 044	28 044
maio	6 860	1 922	52 948	1 012	607	31 769	31 769
junho	9 369	2 671	61 179	1 169	701	36 708	N.C.
julho	14 037	4 332	76 498	1 462	877	45 899	N.C.
agosto	13 374	4 115	74 324	1 420	852	44 595	N.C.
setembro	10 794	2 988	65 857	1 258	755	39 514	N.C.
outubro	9 259	1 889	60 820	1 162	697	36 492	N.C.
novembro	3 839	973	43 035	822	493	25 821	25 821
dezembro	3 501	923	41 930	801	481	25 158	25 158
Total	90 649	24 531	662 710	12 663	7 598	397 626	194 419

Com a análise da Tabela 3.16, é perceptível que o consumo de AQS ajustado total é de 12 663 m<sup>3</sup>, e que com a implementação dos redutores de caudal, este valor reduz-se para 7 598 m<sup>3</sup>. Verifica-se também que o consumo de energia térmica já com a implementação dos redutores de caudal e com o *Chiller* Bomba de Calor a efetuar a recuperação nos meses de Verão é de 194 419 kWh<sub>t</sub>, o que corresponde a 74 776 kWh<sub>e</sub> recorrendo ao COP da Bomba de Calor de alta temperatura.

- Produção de Frio para Climatização

Relativamente à poupança real associada à substituição do *Chiller* pelo novo *Chiller* Bomba de Calor para a produção de frio efetuou-se um ajuste aos valores de consumo de energia elétrica nos meses de Inverno (novembro a maio), uma vez que nesta altura do ano, o consumo de eletricidade associada à produção de frio será nula.

Na Figura 3.21 encontram-se os valores de consumo de eletricidade em função da taxa de ocupação para os meses anteriormente mencionados juntamente com a linha de tendência associada e equação da mesma.

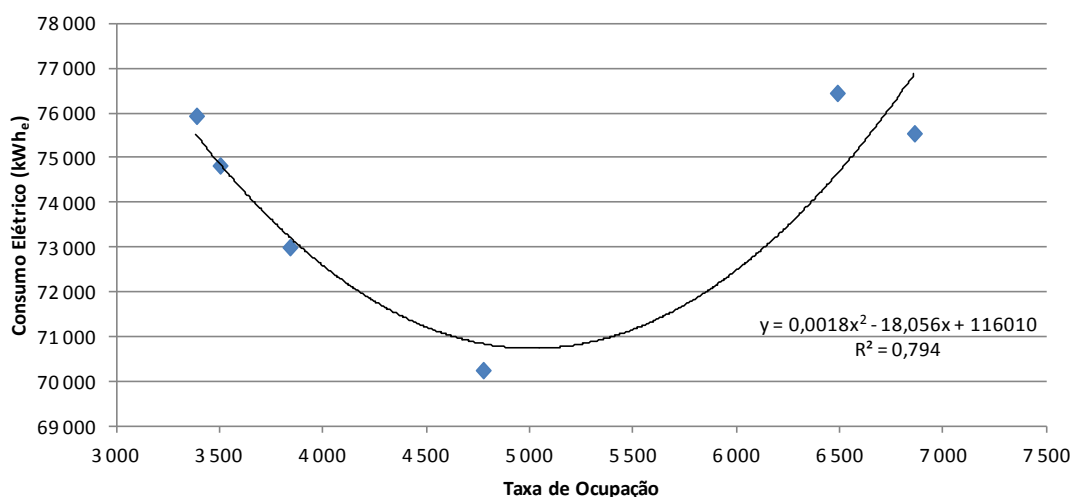


Figura 3.20 - Consumo de energia elétrica em função da taxa de ocupação para os meses de novembro a maio.

Com a observação da Figura 3.21 e recorrendo à equação da linha de tendência, neste caso, polinomial de 2º grau, relativa ao ajuste do consumo de energia elétrica para os meses de novembro a maio, calculou-se o consumo de energia elétrica ajustado para climatização (Tabela 3.17).

Tabela 3.17 - Consumos reais e ajustados de energia elétrica total e para climatização.

Meses	Taxa de Ocupação	Consumo Energia Elétrica Real (kWh <sub>e</sub> )	Consumo Energia Elétrica Ajustado (kWh <sub>e</sub> )	Consumo Energia Elétrica para Climatização (kWh <sub>e</sub> )
janeiro	3 387	75 924	75 504	N.C.
fevereiro	4 774	70 239	70 835	N.C.
março	6 487	76 435	74 627	N.C.
abril	4 968	89 890	70 734	19 156
maio	6 860	75 533	76 853	N.C.
junho	9 369	107 357	104 844	2 513
julho	14 037	211 232	217 225	N.C.
agosto	13 374	216 419	196 484	19 935
setembro	10 794	157 145	130 832	26 313
outubro	9 259	115 245	103 142	12 103
novembro	3 839	72 988	73 221	N.C.
dezembro	3 501	74 814	74 859	N.C.
Total		1 343 221	1 269 159	80 020

Contudo, após a realização destes cálculos presentes na Tabela 3.17, foi notado que o consumo associado ao funcionamento do *Chiller*, nos meses de Verão são muito inferiores ao

previsto para o arrefecimento ambiente tendo em conta a máquina térmica utilizada. Tal facto pode ser explicado pela reduzida utilização da mesma, mesmo nos meses de Verão, possivelmente pela falta de confiança na sua capacidade para a climatização, recorrendo alternativamente às unidades de *split*. Desta forma, foi necessário definir um número de horas mínimas de funcionamento do *Chiller* Bomba de Calor, de maneira a ser possível calcular as poupanças associadas a esta medida (Tabela 3.18).

*Tabela 3.18 - Energia térmica e elétrica necessárias produzir e produzidas após o ajuste do n.º de horas previstas.*

2013	Produção Energia Térmica (kWh <sub>t</sub> )	Consumo Energia Elétrica (kWh <sub>e</sub> )	N.º horas diárias ideais (320 kW)	N.º horas diárias previstas (250 kW)	Produção Energia Térmica Ajustada (kWh <sub>t</sub> )	Consumo Energia Elétrica Ajustada (kWh <sub>e</sub> )
junho	28 550	9 517	3	4	30 000	10 000
julho	35 699	11 900	4	5	37 500	12 500
agosto	34 685	11 562	4	5	37 500	12 500
setembro	30 733	10 244	3	5	37 500	12 500
outubro	28 383	9 461	3	4	30 000	10 000
<b>Total</b>	<b>158 050</b>	<b>52 683</b>			<b>172 500</b>	<b>57 500</b>

Assim, observando a Tabela 3.18, verifica-se que a energia térmica que o *Chiller* Bomba de Calor terá de produzir para efetuar a recuperação necessária para as AQS é 158 050 kWh<sub>t</sub>, enquanto que o consumo de energia elétrica associada ao seu funcionamento é 52 683 kWh<sub>e</sub>. Por outro lado, sabendo que a potência catalogada da máquina térmica para recuperação de calor ronda os 320 kW, estimou-se uma potência mínima de recuperação de 250 kW, uma vez que esta poderá não produzir sempre na sua máxima potência, salvaguardando assim os resultados obtidos. Por fim, calculou-se o número de horas necessárias de funcionamento do *Chiller* Bomba de Calor à potência ideal e estimada para produzir a quantidade de energia térmica requerida pelo sistema, resultando num consumo de energia elétrica para produção de frio de 57 500 kWh<sub>e</sub>.

- Iluminação

Em relação às poupanças obtidas com a alteração da iluminação, estas serão obtidas, como já foi referido anteriormente, recorrendo a medições de potência instalada antes e após a implementação da ação de eficiência energética. Estas medições serão efetuadas nas divisões/espacos definidos e consoante os horários estimados referidos na Tabela 3.12, não sendo por isso necessário efetuar qualquer ajuste.



- Cobertura da Piscina Interior

Para se efetuar o cálculo das poupanças reais obtidas com a introdução de uma cobertura do plano de água da piscina interior, utilizar-se-ão os valores de consumo obtidos da Bomba de Calor da piscina (Tabela 3.13), durante o trabalho de campo em comparação direta com os valores obtidos pelo analisador de energia previsto instalar na mesma Bomba de Calor. Para que esta comparação possa ser feita e para a obtenção das poupanças previstas para esta medida, a temperatura da água, ambiente, e humidade relativa deverão apresentar valores semelhantes aos verificados durante o trabalho de campo.

- Ajuste da linha de base para o Consumo da Energia Elétrica

Por último, devido ao ajuste obrigatório efetuado ao número de horas de funcionamento do *Chiller*, é necessário efetuar um ajuste à linha de base do consumo de energia elétrica de modo a que esta reflita a realidade dos consumos a si associados e que será utilizada no cálculo do consumo de energia elétrica dos anos seguintes. Desta forma, recorrendo aos dados contidos na Tabela 3.17 para a taxa de ocupação e consumos de energia elétrica reais e ajustados, efetuou-se a representação gráfica apresentada na Figura 3.22.

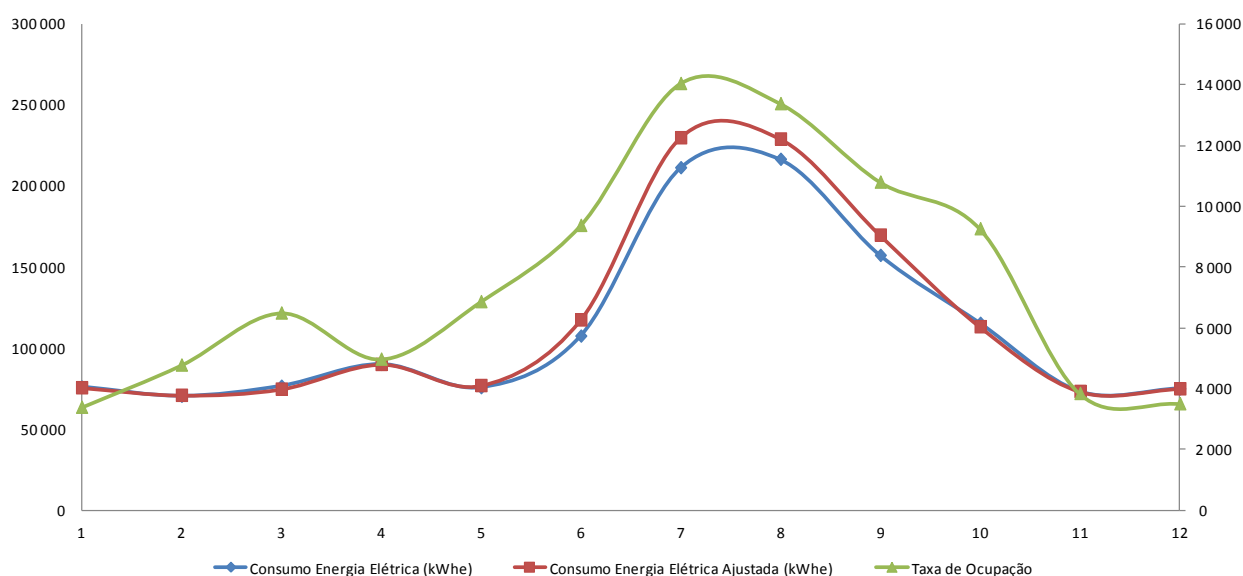


Figura 3.21 - Ajuste da linha de base relativa ao consumo de energia elétrica.

## 4 Conclusões

O trabalho realizado permitiu o desenvolvimento um modelo ESCO aplicado a um hotel, demonstrando a utilização deste modelo de negócio como uma alternativa a outros em projetos de eficiência energética, nesta área.

O atual cenário de crise económica Europeia e Mundial apresenta-se como pouco propício à realização de investimentos de quantias elevadas, como os necessários em situações como esta, surgindo o modelo ESCO, como uma solução a ter, cada vez mais, em consideração. Neste enquadramento, com vista a atingir as metas energéticas propostas até 2020 e estimular a economia no setor das ESE, o FAI lançou um concurso à atribuição de um incentivo financeiro para projetos de demonstração de contratos de gestão de eficiência energética.

É nesse contexto que surge o desenvolvimento do projeto apresentado nesta dissertação, respeitando as etapas necessárias à realização do modelo. Partiu-se de uma análise aos consumos energéticos do edifício, passando posteriormente à realização de trabalho de campo, e culminando com a apresentação de medidas de eficiência energética a adotar juntamente com as poupanças associadas num plano de Medição e Verificação.

As medidas de eficiência energética propostas englobam alterações na produção de AQS e climatização com a implementação de um *Chiller* Bomba de Calor com recuperação para AQS e uma Bomba de Calor de alta temperatura, a instalação de luminárias LED de elevada eficiência e a instalação de uma cobertura do plano de água na piscina interior.

Assumindo as taxas de ocupação para o ano de 2013, as medidas anteriormente enumeradas resultam, por um lado, numa poupança anual de 26 253 kWh<sub>e</sub> de energia elétrica que equivalem a 2 340 €, enquanto que a redução de consumo de energia térmica é de aproximadamente 1 061 528 kWh<sub>t</sub>, resultando numa poupança no consumo de gasóleo de 103 393 €. Concluindo, a poupança total anual é de 105 733 €, e que assumindo um investimento aproximado de 230 000 €, a empresa ESE terá o retorno do investimento suportado ao fim de pouco mais de 2 anos.

Por fim, de forma a conhecer as poupanças resultantes da implementação das medidas de eficiência energética, durante os anos de vigência do contrato de desempenho energético, será utilizado, como base, o Plano de M&V onde se encontram as condições de funcionamento dos equipamentos instalados, o método de obtenção dos consumos dos mesmos assim como os ajustes necessários efetuar consoante a sua taxa de ocupação.

## 4.1 Objetivos Realizados

Com a realização desta dissertação demonstrou-se que o desenvolvimento de um modelo ESCO e a sua utilização como modelo de negócio é uma alternativa viável à utilização de outros modelos, uma vez que a realização de um contrato de partilha de poupanças poderá trazer um maior retorno às ESE do que a simples venda dos instrumentos a instalar e realização de modificações previstas num determinado edifício.

## 4.2 Outros Trabalhos Realizados

Durante o estágio na empresa dst solar, sa, paralelamente à realização do projeto evidenciado, tornou-se possível colaborar numa série de outros projetos em que a empresa se encontrou inserida. Estes projetos incluíam a realização de auditorias energéticas a indústrias com o intuito de certificação energética, realização de orçamentação e memórias descritivas para candidatura a concursos públicos nas áreas de sistemas solares térmicos ou caldeiras a biomassa, entre outros.

## 4.3 Limitações no Trabalho Desenvolvido

As limitações encontradas durante a realização deste projeto são as seguintes:

- Os valores fornecidos pelo hotel relativos ao gásóleo são provenientes de faturas de compra a granel, sendo desta forma valores de compra que foram assumidos como valores de consumos.
- Devido à inexistência de monitorização de consumos que comprovem o correto funcionamento das instalações e de rotinas/perfis de utilização, não foi possível efetuar os cálculos das poupanças recorrendo a simulações específicas.
- Em certos casos, para o cálculo de poupanças associada à implementação das medidas, foi necessário assumir-se uma média de utilização horária para cada equipamento, que por vezes pode não corresponder totalmente à realidade.

## 4.4 Apreciação final

Durante o período de estágio na dst solar, a aquisição de conhecimento e competências na área das energias renováveis foram bastantes enriquecedoras. O convívio diário em ambiente empresarial permitiu também adquirir alguma experiência no ramo dos negócios. Atualmente sinto-me confortável para trabalhar nas áreas de certificação energética, sistemas solares térmicos e caldeiras de biomassa, revendo-me, com todo o gosto, a trabalhar diariamente nestas vertentes.

## Referências

- [1] Guimarães, R. J. Aplicação do modelo *Energy Service Company* (ESCO) em *retrofitting* industrial no contexto português. Tese de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2009.
- [2] APESENERGIA: Associação Portuguesa de Empresas de Serviços de Energia, obtido em 24 de fevereiro de 2014, de <http://www.apese.pt/index.php>, 2011.
- [3] ADENE - Agência, obtido em 26 de fevereiro de 2014, de <http://www.adene.pt/agencia-0>, 2014.
- [4] ADENE - Valores, obtido em 26 de fevereiro de 2014, de <http://www.adene.pt/o-nosso-compromisso>, 2014.
- [5] ADENE - Política Energética, obtido em 26 de fevereiro de 2014, de <http://www.adene.pt/politica-energetica>, 2014.
- [6] ADENE - Planos e Programas, obtido em 28 de fevereiro de 2014, de <http://www.adene.pt/planos-e-programas>, 2014.
- [7] Resolução do Conselho de Ministros n.º 20/2013, Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética. Diário da República, 1.ª série - n.º 70, 2013.
- [8] Resolução do Conselho de Ministros n.º 20/2013, Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis. Diário da República, 1.ª série - n.º 70, 2013.
- [9] Resolução do Conselho de Ministros n.º 2/2011, Programa de Eficiência Energética na Administração Pública. Diário da República, 1.ª série - n.º 8, 2011.
- [10] Decreto-Lei n.º 50/2010, Fundo para a Eficiência Energética. Diário da República, 1.ª série - n.º 98. Ministério da Economia, da Inovação e do Desenvolvimento, 2010.
- [11] Despacho n.º 5727/2013, Fundo de Apoio à Inovação. Diário da República, 2.ª série - n.º 84, 2013.
- [12] Portal das Energias Renováveis: O que são Empresas de Serviços de Energia? Obtido em 24 de fevereiro de 2014, de [http://www.energiasrenovaveis.com/DetalheNoticias.asp?ID\\_conteudo=456&ID\\_area=15](http://www.energiasrenovaveis.com/DetalheNoticias.asp?ID_conteudo=456&ID_area=15), 2011.
- [13] Decreto-Lei n.º 29/2011, Contratos de Desempenho Energético. Diário da República, 1.ª série - n.º 41. Ministério da Economia, da Inovação e do Desenvolvimento, 2011.

- [14] Portaria n.º 60/2013, Caderno de Encargos tipo dos Procedimentos para a Formação de Contratos de Gestão de Eficiência Energética. Diário da República, 2.ª série - n.º 25, 2013.
- [15] Despacho n.º 17449/2008, Elementos a considerar na realização de Auditorias Energéticas, na elaboração de Planos de Racionalização do Consumo de Energia e nos Relatórios de Execução e Progresso. Diário da República, 2.ª série - n.º 123, 2008.
- [16] ASHRAE *GreenGuide: The Design, Construction, and Operation of Sustainable Buildings*, Butterworth-Heinemann, ISBN 978-1-933742-07-6, 2ª edição, 2006.
- [17] Roriz, L. Climatização: concepção, instalação e condução de sistemas, Amadora: Edições Orion, ISBN 972-8620-09-8, D.L. 2006.
- [18] Catálogo Climaveneta - Chiller Bomba de Calor NECS-Q /B 1004, obtido a 2 de abril de 2014, de [http://www.climaveneta.pl/images/stories/Produkty/Climaveneta/Katalogi/CLIMAVENETA\\_I\\_NTEGRA.pdf](http://www.climaveneta.pl/images/stories/Produkty/Climaveneta/Katalogi/CLIMAVENETA_I_NTEGRA.pdf), 2014.
- [19] Catálogo Climaveneta - Bomba de Calor AW-HT /CA-E /0152, obtido a 7 de abril de 2014, de <http://www.combitec.ee/attachments/42a016e6a153c95abad3c3160e3b45aaAW%20HT%20CA-E%200152.pdf>, 2014.
- [20] Catálogo Grundfos - Bombas Circuladoras TP 80-240/2, obtido a 11 de abril de 2014, de [http://atacsolutions.com/eshop\\_uploads/gmtreble/in\\_line/tp\\_series\\_datasheet.pdf](http://atacsolutions.com/eshop_uploads/gmtreble/in_line/tp_series_datasheet.pdf), 2014.
- [21] *Stateline Eco: LED Watt conversion*, obtido a 16 de abril de 2014, de <http://www.statelineeco.com/resources-eco-education/lighting-basics/led-watt-conversion-table-light-types-guide.html>, 2014.
- [22] Pinho, C. M. C. T. Apontamentos da Unidade Curricular de Energia Térmica e Eficiência Energética, Departamento de Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2012.
- [23] BP - Especificações de Gasóleo de Aquecimento, obtido a 21 de abril de 2014, de [http://www.gascomb.pt/pdfs/bp\\_aquecimento.pdf](http://www.gascomb.pt/pdfs/bp_aquecimento.pdf), 2009.
- [24] *Efficiency Valuation Organization: International Performance Measurement and Verification Protocol - Concepts and Options for Determining Energy and Water Savings* (Volume 1), EVO 10 000 - 1:2012, 2012.
- [25] Armando, T. J. C. G. L. Desenvolvimento de um Guia de Medição e Verificação do Desempenho Energético. Tese de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2011.

## Anexo A Esquema relativo ao Plano M&V

Na Figura A.1 encontra-se um esquema que demonstra a distribuição dos analisadores a implementar no sistema para efetuar a recolha dos dados necessários para o cálculo das poupanças segundo o Plano M&V apresentado.

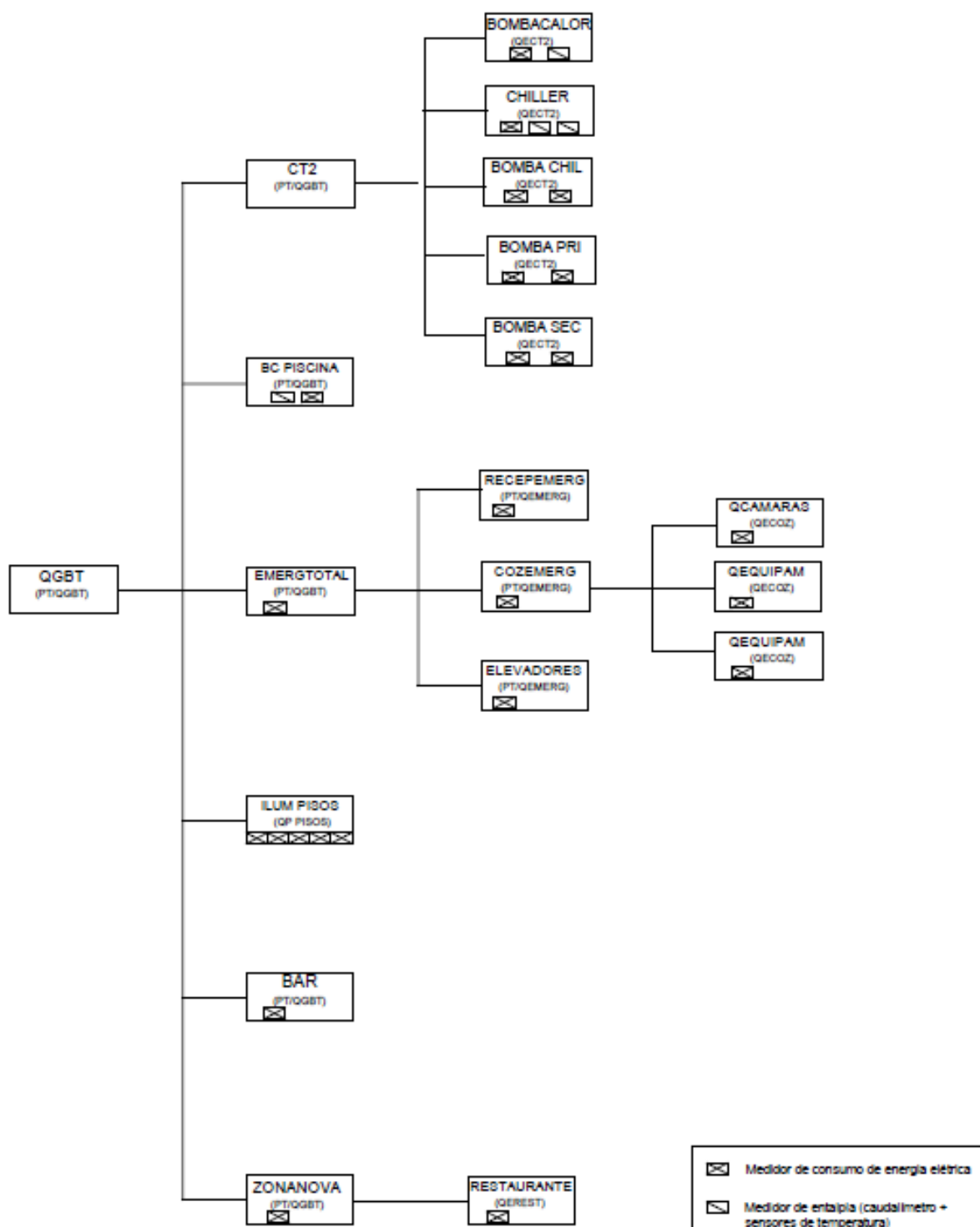


Figura A.1 - Distribuição dos analisadores de energia de recolha de dados relativos ao sistema de monitorização a implementar no hotel.